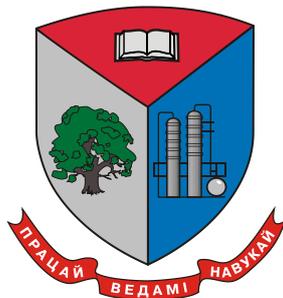


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»



**68-я НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ УЧАЩИХСЯ,  
СТУДЕНТОВ И МАГИСТРАНТОВ**

17–22 апреля 2017 г.

**СБОРНИК НАУЧНЫХ РАБОТ**

В 4-х частях

Часть 1

Минск 2017

УДК 005.745:378.6](476)(06)

ББК 66.75

Ш52

**68-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов:** сб. науч. работ : в 4-х ч. – Минск : БГТУ, 2017. – Ч. 1. – 300 с.

Сборник научных работ студентов и магистрантов университета составлен по итогам 68-й студенческой научно-технической конференции Белорусского государственного технологического университета, проведенной с 17 по 22 апреля 2017 г. На конференции было заслушано 1223 доклада, лучшие из них представлены в данном сборнике. Материалы содержат результаты научных исследований студентов, посвященные актуальным вопросам лесоводства, лесоустройства, лесозащиты, технологии и техники лесной промышленности, химической технологии и техники, неорганических веществ, вяжущих материалов, технологии стекла и керамики, технологии электрохимических производств, экологии, синтеза новых органических и неорганических материалов, экономики, издательского дела и полиграфии, информационных технологий. Также представлены доклады, посвященные энергосбережению, безопасности технологических процессов и производств, контролю качества и безопасности веществ, материалов и изделий.

Сборник предназначен для использования специалистами соответствующих отраслей народного хозяйства, научными работниками и преподавателями, а также студентами и магистрантами.

Рецензенты:

декан ЛХ факультета, доцент, канд. биологич. наук В.А. Ярмолович  
декан факультета ТТЛП, доцент, канд. техн. наук В.Н. Лой

Редакционная коллегия:

зав. кафедрой ЛКиП, доцент, канд. с.-х. наук,	В.В. Носников
зав. кафедрой ЛПиСПС, доцент, канд. биол. наук	Т.М. Бурганская
доцент кафедры ЛМиТЛЗ, канд. техн. наук	В.А. Симанович
зав. кафедрой ТДП, доцент, канд. техн. наук	И.К. Божелко
профессор кафедры ЭГиТ, д-р техн. наук	В.И. Володин

© УО «Белорусский государственный  
технологический университет», 2017

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

ДОРМЕШКИН О.Б. – проректор по научной работе (председатель);

САКОВИЧ А.А. – проректор по учебной работе, зам. председателя;

НАСОНОВ М.Д. – начальник учебно-методического отдела;

ЧЕРНИК Е.О. – зав. сектором ИВОНД;

ЛЕВИТСКАЯ А.А. – инж. сектора ИВОНД;

ШИМАН Д.В. – ответственный за НИРС факультета ЛХ, канд. с/х. наук, доцент кафедры лесоводства;

СИМАНОВИЧ В.А. – ответственный за НИРС факультета ТТЛП, канд. техн. наук, доцент кафедры лесных машин и технологии лесозаготовок;

РЫМОВСКАЯ М.В. – ответственная за НИРС факультета ТОВ, канд. техн. наук, доц. кафедры биотехнологии и биоэкологии;

ЗАЛЫГИНА О.С. – ответственная за НИРС факультета ХТиТ, канд. техн. наук, доцент кафедры промышленной экологии;

ШИШЛО С.В. – ответственный за НИРС факультета ИЭ, канд. эконом. наук, доцент кафедры экономической теории и маркетинга;

МЕДЯК Д.М. – ответственная за НИРС факультета ПиМ, канд. техн. наук, доцент кафедры полиграфических производств;

ЯРОЦКАЯ Л.Д. – ответственный за НИРС факультета ИТ, канд. физ.-мат. наук, доцент.

**Секция ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННАЯ**

УДК 630\*221

Студ. А.С. Маслаков, студ. М.В. Бойко  
Науч. рук. доц. М.В. Юшкевич  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

### **ОПЫТ ПОЛОСНО-ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ГЛХУ «СТАРОБИНСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

На первом обследованном участке на полосах, вырубленных в первый прием, содействие естественному возобновлению не проводилось. Количество вырубленных полос в первый прием составило 5 шт. Состав формируемого нового поколения древесных растений 8Б2С+Д. Общее количество древесных растений 5800 шт./га, из них 17,2% (1000 шт./га) относится к главным древесным породам. Сосна по площади расположена неравномерно (коэффициент встречаемости – 0,55), дуб расположен группами (0,25), береза расположена равномерно по всей площади (1,0). Средняя высота сосны составила 1,45 м, дуба – 0,83 м, березы – 2,9 м.

На втором участке содействие естественному возобновлению не проводилось. Количество вырубленных полос в первый прием составляет 6 шт. Состав формируемого нового поколения древесных растений 9Б1С+Д. Общее количество подроста 5615 шт./га, из них 11,2% (627 шт./га) относится к главным древесным породам. Сосна и дуб расположены группами (коэффициенты встречаемости – 0,38 и 0,25), береза расположена равномерно по всей площади (1,0). Средняя высота сосны составила 0,91 м, дуба – 0,59 м, березы – 2,21 м.

На третьем участке содействие естественному возобновлению не проводилось. Количество вырубленных полос в первый прием составляет 3 шт. Состав формируемого нового поколения древесных растений 8Б1С1Д+ Г, Кл, Е. Общее количество подроста 4650 шт./га, из них 18,3% (850 шт./га) относится к главным древесным породам. Сосна по площади расположена неравномерно (коэффициент встречаемости – 0,40), ель, дуб, клен и граб группами (0,05, 0,25, 0,10 и 0,10), а береза равномерно по всей площади (1,0). Средняя высота сосны составила 0,94 м, ели – 1,10 м, дуба – 0,54 м, клена – 0,31 м, граба – 1,69 м, березы – 2,0 м.

На четвертом участке содействие естественному возобновлению не проводилось. Количество вырубленных полос в первый прием составляет 7 шт. Состав формируемого нового поколения древесных растений 8Б1С1Д+Г. Общее количество подроста 5300 шт./га, из них 18,9% (1000 шт./га) главных древесных пород. Сосна и дуб по площади расположены неравномерно (коэффициенты встречаемости – 0,40), граб расположен группами (0,10), береза равномерно по всей площади

(1,0). Средняя высота сосны составила 0,40 м, дуба – 2,0 м, граба – 2,20 м, березы – 3,10 м.

На пятом участке была проведена минерализация почвы и оставлены семенные деревья. Доля обработанной почвы составила 30% от площади вырубленного участка. После рубки были оставлены семенные деревья сосны в количестве 15 шт./га. Количество вырубленных полос в первый прием составляет 11 шт. Состав формируемого нового поколения древесных растений 5С5Б. Общее количество древесных растений 5310 шт./га, из них 48,5% (2577 шт./га) относится к главным древесным породам. Коэффициент встречаемости сосны равен 0,75, березы – 1,0. Средняя высота сосны составила 0,41 м, березы – 0,73 м.

Наибольшее количество древесных растений главных древесных пород было зафиксировано в сосняке мшистом, т.к. на данном участке была проведена минерализация почвы. В сосняках черничном, орляковом и кисличном наблюдается неудовлетворительной возобновление сосны, что обусловлено отсутствием мероприятий по содействию естественному возобновлению, более богатыми и влажными почвами.

Количество древесных растений после минерализации почвы в среднем в 1,9 раза больше в сравнении с площадками без минерализации, в том числе сосны в 2,2 раза.

На первом участке минерализация почвы не проводилась. После рубки были оставлены семенные деревья сосны в количестве 10 шт./га, что привело к увеличению количества экземпляров сосны в 1,5, а дуба в 1,6 раза. Состав естественного лесовозобновления следующий – 3С6Б1Д. Общее количество древесных растений 4400 шт./га, из них 35,2% (1550 шт./га) относится к главным древесным породам.

На втором участке была проведена минерализация почвы, доля обработанной почвы составила 30% от общей площади вырубленного участка. После рубки были оставлены семенные деревья сосны в количестве 28 шт./га. Количество вырубленных полос во второй прием составляет 5 шт. Состав формируемого нового поколения древесных растений 5С5Б+Д, Г, Ос. Общее количество подроста 5480 шт./га, из них 47,6% (2610 шт./га) относится ценным породам.

На третьем участке минерализация почвы не проводилась. Количество вырубленных полос во второй прием составляет 3 шт. После рубки были оставлены семенные деревья в количестве 17 шт./га, что способствовало увеличению густоты подроста сосны в 2,4, а дуба в 2 раза. Состав формируемого нового поколения древесных растений 6Б2С1Д1Кл. Общее количество подроста 4800 шт./га, из них 33,3% (1600 шт./га) относится к ценным породам.

Таким образом, на участке, где проводилась минерализация почвы, количество возобновившихся древесных растений главных древесных пород более чем в 2 раза превышает их количество на участках без минерализации почвы.

Количество подроста после минерализации почвы в 1,8 раза больше в сравнении с площадками без минерализации. Сосны отмечено больше в 2,8 раза.

В целом, на обследованных сосняках черничных среднее количество молодой древесной растительности составляет 5167 шт./га, в том числе 1183 шт./га ценных, состав – 7Б2С1Д+Г. Состав формируемого нового поколения леса на участке с мерами содействия естественному возобновлению 3С6Б1Д. Доля благонадежной древесной растительности составляет 89,8–92,0%.

В обследованных сосняках орляковых среднее количество молодой древесной растительности составляет 5548 шт./га, в том числе 1619 шт./га ценных, состав – 7Б3С+Д, Г, Ос. Состав формируемого нового поколения леса на участке с мерами содействия естественному возобновлению 5С5Б+Д, Г, Ос. Доля благонадежной древесной растительности составляет 91,1–96,9%.

В обследованных сосняках кисличных среднее количество молодой древесной растительности составляет 4725 шт./га, в том числе 1225 шт./га главных пород, состав – 7Б2С1Д+Кл, Г, Е. Состав формируемого нового поколения леса на участке с оставлением семенных деревьев 6Б2С1Д1Кл. Доля благонадежной древесной растительности составляет 83,3–88,2%.

В сосняке мшистом была проведена минерализация почвы и оставлены семенные деревья. Количество молодой древесной растительности составляет 5310 шт./га, в том числе 2577 шт./га ценных, состав – 5С5Б. Доля благонадежной древесной растительности составляет 96,8–98,9%.

Влияние проективного покрытия живого напочвенного покрова и сомкнутости подлесочного яруса на количество экземпляров древесных растений главных пород зависит от давности проведения рубки. В нашем случае оно в наибольшей степени проявилось на полосах леса после второго приема рубки. Наибольшее количество экземпляров хозяйственно ценных древесных растений зафиксировано при проективном покрытии травяно-кустарничкового яруса от 20 до 60%, мохово-лишайникового яруса от 20 до 40%, а также при сомкнутости подлеска от 0,2 до 0,4.

УДК 630\*231.3

Маг. Д.А. Шинтар  
Науч. рук. доц. М.В. Юшкевич  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

**ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО  
СОДЕЙСТВИЮ ЕСТЕСТВЕННОМУ ВОЗОБНОВЛЕНИЮ НА  
ВЫРУБКАХ ПОСЛЕ СПЛОШНЫХ РУБОК ГЛАВНОГО  
ПОЛЬЗОВАНИЯ В ВОЛКОВЫССКО-НОВОГРУДСКОМ  
ГЕОБОТАНИЧЕСКОМ РАЙОНЕ**

Было исследовано 18 вырубок давностью 3–11 лет. После рубок на вырубках оставляли от 5 до 14 семенных деревьев сосны на 1 га. На следующий год после рубки в сентябре или октябре на 16 участках проводили минерализацию почвы. Ширина плужных борозд составляла от 0,8 до 1,2 м. Доля обработанной площади вырубки варьировала от 17 до 29%. До вырубки на участках произрастали хвойные средне- и низкополнотные древостои со значительным участием ценных древесных пород в составе (80% и более). На двух участках был вырублен мягколиственный древостой. Вырубленные насаждения относились к мшистой, орляковой и кисличной сериям типов леса. Площадь вырубок варьировала от 0,2 до 2,1 га. Стены леса представлены в основном хвойными, реже хвойно-лиственными приспевающими и спелыми древостоями, что свидетельствует о достаточном количестве семян. Обследование вырубок показало, что технологии проведения мероприятий по содействию естественному лесовозобновлению не в полной мере соответствуют нормативам. Количество семенных деревьев варьирует от 5 до 14 шт./га. В то же время в нормативно-технической документации рекомендуется оставлять от 15 до 20 деревьев на 1 га. Дополнительно рекомендуется оставлять 5–10 деревьев различных пород на 1 га для поддержания биоразнообразия, что не наблюдалось на обследованных вырубках.

По результатам обследования среди учтенного количества молодой древесной растительности сохранившийся при рубке подрост составлял от 12,7 до 83,1%.

Большая часть молодой древесной растительности относится к благонадежной. Ее доля колеблется от 71,4 у дуба до 100% у клена, ольхи черной и осины. У ели и сосны соответственно 92,6 и 85% экземпляров характеризуются как здоровые.

Самосев представлен елью и сосной средней густотой 703 шт./га, а также дубом (220 шт./га). Имеется незначительное количество погибшего и угнетённого самосева ели и сосны. Также среди самосева сосны встречаются и повреждённые экземпляры.

Расположение молодой древесной растительности по участкам зафиксировано как равномерное, так и неравномерное или групповое. У сосны коэффициенты встречаемости варьируют от 0,50 до 0,90, у ели – от 0,30 до 0,7, у дуба – от 0,1 до 0,55, у берёзы – от 0,20 до 0,75, у осины – от 0,10 до 0,40, у клёна – от 0,05 до 0,25 и у ольхи черной коэффициент встречаемости 0,10.

Характеристика естественного возобновления на всех участках приведена ниже.

В 15 выделе 96 квартала общее количество молодой древесной растительности составило 3450 шт./га, из них подрост 2950 шт./га и 500 шт./га – самосев. В 34 выделе 43 квартала общее количество молодой древесной растительности составило 3800 шт./га, из них подрост 3250 шт./га и 550 шт./га самосев. Во 2 выделе 108 квартала общее количество молодой древесной растительности составило 11010 шт./га, из них подрост 10288 шт./га и 722 шт./га самосев. В 7 выделе 94 квартала общее количество молодой древесной растительности составило 28717 шт./га, из них подрост 26598 шт./га и 2119 шт./га самосев. В 23 выделе 68 квартала общее количество молодой древесной растительности составило 6760 шт./га, из них подрост 5830 шт./га и 930 шт./га самосев.

В 14 выделе 55 квартала общее количество молодой древесной растительности составило 8384 шт./га, из них подрост 7092 шт./га и 1292 шт./га самосев. В 19 выделе 68 квартала общее количество молодой древесной растительности составило 6324 шт./га, из них подрост 5585 шт./га и 739 шт./га самосев. В 7 выделе 45 квартала общее количество молодой древесной растительности составило 8243 шт./га, из них подрост 6704 шт./га и 1539 шт./га самосев. В 10 выделе 45 квартала общее количество молодой древесной растительности составило 8603 шт./га, из них подрост 6973 шт./га и 1630 шт./га самосев.

В 18 выделе 43 квартала общее количество молодой древесной растительности составило 6600 шт./га, из них подрост 5140 шт./га и 1460 шт./га самосев. В 9 выделе 17 квартала общее количество молодой древесной растительности составило 3795 шт./га, из них подрост 3611 шт./га и 84 шт./га самосев. В 9 выделе 25 квартала общее количество молодой древесной растительности составило 3635 шт./га, из них подрост 3475 шт./га и 160 шт./га самосев. В 11 выделе 24 квартала общее количество молодой древесной растительности составило 3270 шт./га, из них подрост 3210 шт./га и 60 шт./га самосев.

В 12 выделе 31 квартала общее количество молодой древесной растительности составило 3300 шт./га, из них подрост 3240 шт./га и 60 шт./га самосев. В 26 выделе 42 квартала общее количество молодой

древесной растительности составило 3980 шт./га, из них подрост 3825 шт./га и 155 шт./га самосев. В 25 выделе 42 квартала общее количество молодой древесной растительности составило 3745 шт./га, из них подрост 3585 шт./га и 160 шт./га самосев.

В 9 выделе 45 квартала общее количество молодой древесной растительности составило 3910 шт./га, из них подрост 3725 шт./га и 185 шт./га – самосев. Во 2 выделе 65 квартала общее количество молодой древесной растительности составило 4123 шт./га, из них подрост 3923 шт./га и 200 шт./га самосев.

Состав молодой древесной растительности для давности рубки 1–4 года следующий:

- в С.кис. подроста 3С3Е2Д2Б+Ос, Кл, самосева 4С4Е2Д;
- в С.ор. подроста 4С2Е2Б1Д1Ос+Ол.ч, Кл, самосева 6С3Е1Д;
- в С.мш. подроста 7С3Б+Ос, самосева 10С;
- в Е.кис. подроста 4С3Е1Д1Б1Ос, самосева 4С4Е2Д;
- в Б.кис. подроста 3С3Е2Д1Б1Ос+Ол.ч., самосева 4С4Е2Д.

Как видно возобновление проходит с преобладанием хвойных древесных видов, что связано с проведением мероприятий по содействию естественному лесовозобновлению, небольшой площадью вырубок (до 2,1 га) и достаточным количеством семян со стен леса.

Состав молодой древесной растительности для давности рубки 7–10 лет следующий:

- в С.кис. подроста 9С1Е+Д, Б, Ос, самосева 9С1Е;
- в С.ор. подроста 8С2Е+Д, Б, Ос, самосева 8С2Е;
- в С.мш. подроста 10С+Е, Б, самосева 10С.

Таким образом, после проведения рубок ухода был сформирован древостой с преобладанием хвойных пород.

Средний состав молодой древесной растительности на всех исследованных участках по типам леса следующий:

- в С.кис. подроста 5С2Е1Д1Б1Ос+Кл, самосева 5С3Е2Д;
- в С.ор. подроста 5С2Е1Б1Д1Ос+Ол.ч, Кл, самосева 6С3Е1Д;
- в С.мш. подроста 8С2Б+Ос+Е, самосева 10С;
- в Е.кис. подроста 4С3Е1Д1Б1Ос, самосева 4С4Е2Д;
- в Б.кис. подроста 3С3Е2Д1Б1Ос+Ол.ч., самосева 4С4Е2Д.

Таким образом, на небольших по площади (до 2,1 га) вырубках в кисличной, мшистой и орляковой сериях типов леса после проведения сплошных рубок главного пользования при грамотном и качественном применении наиболее распространенных мероприятий по содействию естественному лесовозобновлению (минерализация почвы, оставление семенных деревьев), а также при проведении осветлений, формируется древостой с преобладанием хвойных пород.

УДК 630\*231.3

Студ. О.Л. Клименко  
Науч. рук. доц. М.В. Юшкевич  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

**ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО  
СОДЕЙСТВИЮ ЕСТЕСТВЕННОМУ ВОЗОБНОВЛЕНИЮ НА  
ВЫРУБКАХ В ГЛХУ «ЧЕРИКОВСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

Рубки главного пользования в ГЛХУ «Чериковский лесхоз» составляют порядка 50% от общего объема заготавливаемой древесины. В среднем за последние 3 года заготавливается около 100 тыс. м<sup>3</sup> на площади 400 га. На долю сплошных рубок главного пользования приходится около 65% от всех рубок главного пользования. Количество семенных деревьев варьирует от 4 до 7 шт./га, что не соответствует рекомендациям Правил рубок леса. При проведении минерализации почвы обработанная часть участка занимает в среднем 30% от общей площади участка, что является допустимой величиной по Правилам рубок леса. В 25 выделе 69 квартале была проведена минерализация почвы в 2012 году, доля обработанной почвы составила 30% от общей площади участка. После рубки оставили семенные деревья в количестве 4 шт./га. Коэффициент встречаемости для сосны составил 1,0, для березы – 0,7, для осины – 0,2. Общее количество молодой древесной растительности 5795 шт./га, ценной – 3050 шт./га. Состав формируемого нового поколения древесных растений 5С5Б+Ос. Большинство древесных растений относятся к благонадежным.

В 5 выделе 26 квартале была проведена минерализация почвы в 2013 году, доля обработанной почвы составила 30% от общей площади участка. После рубки семенные деревья не оставляли. Коэффициент встречаемости для сосны составил 0,5, для ели – 0,8, для березы – 0,7, для дуба – 0,2, для осины – 0,2. Общее количество молодой древесной растительности 5776 шт./га, ценной – 3438 шт./га. Состав формируемого нового поколения древесных растений 4ЕЗБ2С1Ос+Д. Большинство древесных растений относятся к благонадежным.

В 29 выделе 18 квартале была проведена минерализация почвы в 2012 году, доля обработанной почвы составила 25% от общей площади участка. После рубки оставили семенные деревья в количестве 5 шт./га. Коэффициент встречаемости для сосны составил 0,8, для ели – 0,4, для березы – 0,8, для осины – 0,3, для дуба – 0,1. Общее количество молодой древесной растительности 5364 шт./га, ценных пород – 2601 шт./га. Состав формируемого нового поколения древесных растений 4С4Б1Е1Ос+Д. Большинство древесных растений относятся к благонадежным.

В 15 выделе 24 квартале минерализация почвы не проводилась. После рубки оставили семенные деревья в количестве 7 шт./га. Коэффициент встречаемости для сосны составил 0,6, для ели – 0,6, для березы – 0,9, для осины – 0,2, для клена – 0,1. Общее количество молодой древесной растительности 4500 шт./га, ценных пород – 2050 шт./га. Состав формируемого нового поколения древесных растений 5Б2Е2С1Ос+Кл. Большинство древесных растений относятся к благонадежным.

В 11 выделе 37 квартале была проведена минерализация почвы в 2013 году, доля обработанной почвы составила 30% от общей площади участка. После рубки семенные деревья не оставляли. Коэффициент встречаемости для сосны составил 0,8, для ели – 0,6, для березы – 0,9, для осины – 0,3. Общее количество молодой древесной растительности 6740 шт./га, ценных пород – 4295 шт./га. Состав формируемого нового поколения древесных растений 4С3Б2Е1Ос. Большинство древесных растений относятся к благонадежным.

В 18 выделе 18 квартале была так же проведена минерализация почвы в 2012 году, доля обработанной почвы составила 30% от общей площади участка. После рубки оставили семенные деревья в количестве 5 шт./га. Коэффициент встречаемости для сосны составил 0,8, для ели – 0,6, для березы – 0,7, для осины – 0,3. Общее количество молодой древесной растительности 6160 шт./га, ценных пород – 3345 шт./га. Состав формируемого нового поколения древесных растений 4Б3Е3С+Ос. Большинство древесных растений относятся к благонадежным.

Большая часть молодой древесной растительности относится к благонадежной. Ее доля колеблется в среднем от 82,4 до 89,6%. Расположение молодой древесной растительности по участкам зафиксировано как равномерное, так и неравномерное. У сосны коэффициенты встречаемости варьируют от 0,5 до 1,0, у ели – от 0,4 до 0,8, у дуба – от 0,1 до 0,2, у берёзы – от 0,7 до 0,9, у осины – от 0,1 до 0,3, у клёна он равен 0,1. Наибольшее среднее количество экземпляров подроста на учетных площадках (7 шт.) зафиксировано в кисличной и черничной сериях типов леса при проективном покрытии травяно-кустарничкового яруса 30–50% (максимум при 50%), а также в орляковой и черничной сериях типов леса при проективном покрытии мохово-лишайникового яруса 30–40% (максимум при 40%). В орляковой серии типов леса наименьшее влияние на молодую древесную растительность подлесок оказывает при сомкнутости от 0,3 до 0,5, максимальное среднее количество экземпляров наблюдается при сомкнутости 0,5; в кисличной серии типов леса наименьшее влияние подлесок

оказывает при сомкнутости от 0,3 до 0,6, максимальное среднее количество экземпляров отмечено при сомкнутости 0,6; в черничной серии типов леса наименьшее влияние подлесок оказывает при сомкнутости от 0,3 до 0,5, максимальное среднее количество экземпляров зафиксировано при сомкнутости 0,4.

На частях вырубок, подвергнутых минерализации почвы, преобладают благонадежные древесные растения. В орляковой серии типов леса доля здоровых древесных растений составляет 82,4%, в том числе 57,2% из них ценные породы, а оставшиеся 17,6% древесных растений на данном участке повреждены. В кисличной серии типов леса доля здоровых древесных растений составляет 84,4%, в том числе 52,3% ценных пород, 11,1% древесных растений – повреждены, 4,5% угнетены. В черничной серии типов леса доля здоровых древесных растений составляет 89,6%, в том числе 54,9% ценных пород, 7,9% древесных растений на данном участке повреждены, 2,5% угнетены.

На частях вырубок, не подвергнутых минерализации почвы, преобладают благонадежные древесные растения. В орляковой серии типов леса доля здоровых древесных растений составляет 85,1%, в том числе 44,0% из них ценные породы, а оставшиеся 14,9% древесных растений на данном участке повреждены. В кисличной серии типов леса доля здоровых древесных растений составляет 85,7%, в том числе 49,1% ценных пород, 12,3% древесных растений повреждены, 2% угнетены. В черничной серии типов леса доля здоровых древесных растений составляет 89,3%, в том числе 46,7% ценных пород, 8,2% древесных растений на данном участке повреждены, 2,5% угнетены. Преобладающими являются деревья сосны и березы, что говорит о необходимости проведения лесоводственных уходов для предотвращения заглущения древесных растений ценных пород.

Количество молодых древесных растений после минерализации почвы в среднем составило в 2,3 раза больше в сравнении с площадками без минерализации, в том числе сосны и ели в 2,6 раза. На участках вырубок, где не была произведена минерализация почвы, количество древесных растений варьирует от 3900 шт./га до 4700 шт./га, в том числе количество экземпляров хозяйственно ценных пород – от 1800 шт./га до 2875 шт./га, мягколиственных – от 1625 шт./га до 2200 шт./га. На участках вырубок, где была произведена минерализация почвы, густота древесных растений колеблется от 8750 шт./га до 11 500 шт./га, в том числе количество экземпляров хозяйственно ценных пород колеблется от 4750 шт./га до 8250 шт./га, мягколиственных – от 3250 шт./га до 4750 шт./га.

Студ. А.А. Прищепов  
Науч. рук. доц. К.В. Лабоха  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

**ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ НА УЧАСТКАХ,  
ПРОЙДЕННЫХ ПОЛОСНО-ПОСТЕПЕННЫМИ РУБКАМИ  
ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В СОСНЯКАХ ВИЛЕЙСКОГО  
ОПЫТНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЛЕСНИЧЕСТВА  
ГОЛХУ «ВИЛЕЙСКИЙ ОПЫТНЫЙ ЛЕСХОЗ»**

Одной из основных задач лесоводов на современном этапе является выращивание высокопродуктивных, экологически устойчивых насаждений путем совершенствования способов рубки в сосновом хозяйстве. Обязательным условием является возобновление сосны без смены на другие породы естественным путем. При этом участок должен постоянно оставаться покрытым лесом. Выбирая вид рубки главного пользования, одновременно выбирается и метода лесовозобновления. Таким образом, проведение полосно-постепенной рубки предусматривает возобновление хозяйственно ценных пород естественным путем.

Для изучения естественного возобновления сосны после проведения полосно-постепенных рубок в сосняках в 2016 году было заложено 6 пробных площадей на участках, пройденных рубками на территории Вилейского лесничества. Рубка на всех участках проводилась с использованием традиционной лесозаготовительной техники. В типологическом плане все участки представлены сосняком мшистым.

Пробная площадь №1 заложена в 68 квартале 5 выделе Вилейского лесничества на участке с сосновым молодняком естественного происхождения в возрасте 10–12 лет. Средняя высота сосны составляет 3,4 м, средний диаметр – 4,0 см.

Пробная площадь №2 заложена в 68 квартале 8 выделе Вилейского лесничества на участке с сосновым молодняком естественного происхождения в возрасте 4–6 лет. Средняя высота сосны составляет 0,51 м, средний диаметр – 1,1 см.

Пробная площадь №3 заложена в 71 квартале 6 выделе Вилейского лесничества на участке с сосновым молодняком естественного происхождения в возрасте 3–5 лет. Средняя высота сосны составляет 0,2 м, средний диаметр – 0,4 см.

Пробная площадь №4 заложена в 158 квартале 2 выделе Вилейского лесничества на участке с сосновым молодняком естественного

происхождения в возрасте 10–14 лет. Средняя высота сосны составляет 3,7 м, средний диаметр – 3,7 см.

Пробная площадь №5 заложена в 166 квартале 3 выделе Вилейского лесничества на участке с сосновым молодняком естественного происхождения в возрасте 6–9 лет. Средняя высота сосны составляет 1,5 м, средний диаметр – 2,6 см.

Пробная площадь №6 заложена в 108 квартале 13 выделе Вилейского лесничества на участке с сосновым молодняком естественного происхождения в возрасте 1–5 лет. Средняя высота сосны составляет 0,3 м, средний диаметр – 0,5 см.

Лесоводственно-таксационная характеристика насаждений до рубки приведена в таблице 1.

**Таблица 1 – Лесоводственно-таксационная характеристика насаждений до рубки**

Номер ПП	№ кв № выд	Пло- щадь, га	Лесоводственно-таксационные показатели насаждения до рубки				
			состав	возраст, лет	тип леса ТЛУ	бонитет полнота	запас, м <sup>3</sup> /га
1	68/5	9,3	10С	90	С мш./А <sub>2</sub>	II/0,5	200
2	68/8	2,6	10С	90	С мш./А <sub>2</sub>	II/0,5	200
3	71/6	4,9	10С	85	С мш./А <sub>2</sub>	I/0,7	340
4	158/2	15,6	10С	85	С мш./А <sub>2</sub>	I/0,8	360
5	166/3	10,2	10С	85	С мш./А <sub>2</sub>	I/0,5	230
6	108/13	1,4	9С1Е	90	С мш./А <sub>2</sub>	II/0,6	270

На данных участках была проведена минерализация почвы бороздами плугом ПКЛ–70. По результатам учета естественного возобновления большинство экземпляры самосева и подроста сосны отнесены по состоянию к категории «здоровый».

При естественном возобновлении сосновых насаждений большую роль играет минерализация почвы. Именно по дну минерализованных полос размещается основная часть деревьев на пробных площадях. Поэтому при содействии естественному возобновлению леса нужно обязательно проводить мероприятия по минерализации почвы.

На пробной площади №1 сформировался сосновый древостой густотой 3,9 тыс. шт./га. По местоположению наибольшее количество экземпляров сосны (97,4%) встречается по дну борозды. Здоровые экземпляры составляют 94,9%.

На пробной площади №2 формируется сосновый древостой густотой 3,0 тыс. шт./га. По местоположению 90,0% экземпляров сосны встречается по дну борозды на обнаженной почве. Здоровые экзем-

пляры составляют 93,3%. По категориям крупности преобладают средние экземпляры.

На пробной площади №3 формируется сосновый древостой густотой 6,9 тыс. шт./га. По местоположению 91,3% экземпляров сосны встречается по дну борозды. Здоровые экземпляры составляют 97,1%. По категориям крупности преобладают мелкие экземпляры.

На пробной площади №4 сформировался сосновый древостой густотой 6,6 тыс. шт./га. По местоположению 95,5% экземпляров сосны встречается по дну борозды на обнаженной почве. Здоровые экземпляры составляют 98,5%. По категориям крупности преобладают крупные экземпляры.

На пробной площади №5 формируется сосновый древостой густотой 4,8 тыс. шт./га. По местоположению 77,1% экземпляров сосны встречается по дну борозды на обнаженной почве. Здоровые экземпляры составляют 91,7%. По категориям крупности преобладают крупные экземпляры.

На пробной площади №6 формируется сосновый древостой густотой 0,8 тыс. шт./га. По местоположению 87,5% экземпляров сосны встречается по дну борозды на обнаженной почве. Здоровые экземпляры составляют 87,5%. По категориям крупности преобладают мелкие экземпляры.

На основании закладки пробных площадей после проведения полосно-постепенных рубок главного пользования получены результаты об эффективности протекания процесса естественного восстановления сосновых насаждений Вилейского лесничества.

В наших исследованиях на опытно-производственных участках Вилейского лесничества ГОЛХУ «Вилейский опытный лесхоз» после проведения первого приема полосно-постепенных рубок в большом количестве формируется сосновый молодняк хорошего качества. Однако после проведения второго приема возобновление идет гораздо хуже. Это связано с тем, что после проведения первого приема, за счет оставления полос леса, сохраняется лесная среда с характерным ей микроклиматом, что благоприятно сказывается на возобновлении леса. После второго приема, когда вырубается оставшиеся полосы, резко меняются условия местопроизрастания. В результате этого происходит задернение почвы, появляется травянистая растительность, что препятствует появлению всходов.

При проведении полосно-постепенных рубок вырубаемые полосы очень хорошо обсеменяются от оставленных полос леса, что позволяет сократить затраты на проведение лесовосстановительных работ.

Студ. С.Б. Евсюченя  
Науч. рук. доц. К.В. Лабоха  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

**ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО  
СОДЕЙСТВИЮ ЕСТЕСТВЕННОМУ ВОЗОБНОВЛЕНИЮ ЛЕСА  
ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОЛУ  
«КОПЫЛЬСКИЙ ОПЫТНЫЙ ЛЕСХОЗ»**

В настоящее время в качестве основного метода лесовосстановления сосновых насаждений в Республике Беларусь чаще всего применяется искусственное лесовосстановление (создание лесных культур). Это требует значительного вложения материальных и трудовых ресурсов. В то же время, под пологом спелых и приспевающих сосновых насаждений уже может присутствовать подрост хозяйственно ценных пород в количестве, достаточном для проведения рубок с сохранением подроста. Лесовосстановление не покрытых лесом земель также далеко не обязательно производить при помощи создания лесных культур. Восстановление сосняков на основе использования различных способов естественного возобновления леса может снизить затраты и позволит сформировать насаждения, более устойчивые к негативным природным и антропогенным воздействиям. Поэтому в условиях современных технологий лесосечных работ необходимо систематизировать опыт проведения лесхозами мер содействия естественному возобновлению в суходольных сосняках, подобрать наиболее эффективные мероприятия по содействию естественному возобновлению сосновых насаждений на этапе «рубка–возобновление леса». Таким образом, целью данного исследования стало определение лесоводственной эффективности проведённых мероприятий по содействию естественному возобновлению сосны на территории ГОЛУ «Копыльский опытный лесхоз». В качестве объектов исследования подобраны участки как покрытых лесом земель (насаждения с проведёнными рубками ухода и прочими рубками), так и не покрытых лесом земель (прогалины и вырубки) суходольных серий типов леса (орляковая и мшистая) с проведёнными мерами содействия.

До проведения мер содействия естественному возобновлению леса участок *III 1* представлял собой прогалину посреди средневозрастного смешанного соснового насаждения. В 2012 году была проведена минерализация почвы при помощи плуга ПКЛ-70А на площади около 20% участка (глубина обработки менее 10 см). Успешному восстановлению сосны (59,2 тыс. шт./га) на этом участке поспособство-

вали следующие факторы: год содействия совпал с семеношением сосны; близость источников обсемяния; оптимальная освещенность участка (в непосредственной близости к сосновому насаждению возобновление сосны не наблюдается вследствие иссушения почвы корневой системой материнского древостоя); грамотно проведенная минерализация почвы, которая поспособствовала успешному укоренению всходов сосны обыкновенной. В таблице приведена характеристика формируемых сосновых молодняков на участках, где заложены пробные площади.

**Таблица – Характеристика формируемых сосновых молодняков**

№ ПП / лесничество	№ кв / № выд	Площадь, га	Характеристика участка до проведения мер содействия естественному возобновлению леса		Характеристика сосновых молодняков: тип леса, состав, средний возраст главной породы, густота тыс. шт./га
			вид земель	ТЛУ	
ПП 1 Орликовское	59/44	0,1	прогалина	В <sub>2</sub>	С.ор., 8С1Е1Ос+Б; 3 года; 59,2 тыс. шт./га
ПП 2 Орликовское	55/16	0,1	вырубка	В <sub>2</sub>	С.ор., 8С1Е1Б+Ос; 4 года; 24,2 тыс. шт./га
ПП 3 Орликовское	4/3	0,5	прогалина	А <sub>2</sub>	С.мш., 10С; 11 лет; 3,4 тыс. шт./га
ПП 4 Орликовское	38/21	0,3	прогалина	А <sub>2</sub>	С.мш., 9С1Д+Е, Б; 9 лет; 8,3 тыс. шт./га
ПП 5 Орликовское	57/22	1,3	прогалина	В <sub>2</sub>	С.ор., 7С1Е1Д1Ивд+Б; 9 лет; 7,9 тыс. шт./га
ПП 6 Орликовское	54/22	5,7	насаждение	В <sub>2</sub>	С.ор., 4С4Д2Б+Е; 6 лет; 6,7 тыс. шт./га
ПП 7 Орликовское	76/15	1,2	насаждение	В <sub>2</sub>	С.ор., 3С1Е3Д3Б; 4 года; 13,2 тыс. шт./га
ПП 8 Старицкое	35/3	0,1	прогалина	А <sub>2</sub>	С.мш., 9С1Е; 4 года; 30,7 тыс. шт./га
ПП 9 Орликовское	58/26	0,3	прогалина	В <sub>2</sub>	С.ор., 8С1Д1Б+Е; 9 лет; 17,0 тыс. шт./га
ПП 10 Орликовское	50/50	0,4	прогалина	В <sub>2</sub>	С.ор., 7С3Е+Д; 7 лет; 20,2 тыс. шт./га
ПП 11 Орликовское	76/41	2,1	насаждение	В <sub>2</sub>	С.ор., 8С1Д1Ос+Б; 6 лет. 7,9 тыс. шт./га
ПП 12 Копыльское	15/29	5,1	насаждение	А <sub>2</sub>	С.мш., 10С+Д, Е, Б, Ос; 3 года; 49,9 тыс. шт./га

Участок ПП 2 представляет собой вырубку после проведения сплошной санитарной рубки. В 2010 году проведены меры содействия естественному возобновлению леса путем минерализации почвы при помощи плуга ПКЛ-70А. Успешность возобновления сосны (24,2 тыс. шт./га) связана со следующими факторами: наличие в непо-

средственной близости источников обсеменения (расстояние до ближайших сосен-обсеменителей составляет менее 20 метров); оптимальная освещенность; разрыхление почвы произошло также за счёт диких животных, что также способствовало успешному укоренению всходов сосны обыкновенной.

Участки *ПП 3, ПП 4, ПП 5, ПП 8, ПП 9 и ПП 10* до лесовосстановления были представлены прогалинами. Содействие естественному возобновлению леса путем минерализации почвы произведено, как и в остальных случаях, при помощи плуга ПКЛ-70А. Ближайшие источники обсеменения находятся на расстоянии 15–25 м. Также имело место нарушение лесной подстилки и живого напочвенного покрова дикими животными. Эти факторы благоприятно повлияли на естественное формирование соснового насаждения.

Участок *ПП 6* представляет собой спелое насаждение (состав: 7СЗЕ+С (40 лет)+Е (40 лет)+Д (40 лет). Возраст преобладающих пород: сосна – 115 лет, ель – 80 лет, полнота – 0,4), Так как данный таксационный выдел находится в 1 группе лесов (подкатегория защитности – «Водоохранные зоны»), здесь была запроектирована рубка обновления и проведен ее первый приём. Рубка проводилась «окнами» в «шахматном» порядке. В «окнах», а также на площади около 25% участка проведена минерализация почвы при помощи плуга лесного ПКЛ-70А. В данном выделе создан демонстрационный опытно-производственный объект. Запланировано проведение второго приёма рубки обновления, при котором будет удалена часть деревьев второго яруса (ель, дуб), а также ослабленные и больные экземпляры сосны.

Участок *ПП 7* представляет низкопродуктивное (III бонитет) низкополнотное (полнота 0,5) дубовое насаждение, под пологом которого произведено содействие естественному возобновлению леса путем минерализации почвы плугом ПКЛ-70А (в 2008 году). По периметру таксационного выдела (расстояние до 45 м) находятся источники обсеменения (приспевающее сосновое насаждение). Дуб и ель, формирующие первый ярус, создают неблагоприятное затенение, в котором возобновление сосны полностью отсутствует, однако в условиях достаточной освещённости на прогалинах возобновление сосны идёт достаточно успешно (13,2 тыс. шт./га). Стоит отметить, что рыхление лесной подстилки и живого напочвенного покрова достаточно сильно поспособствовали и дикие животные – именно в таких местах возобновление сосны пошло наиболее успешно. На данном участке следует порекомендовать проведение рубки реформирования с удалением основного низкопродуктивного дубового яруса и созданием оптимальных условий для естественного возобновления сосны (уве-

личение площади минерализации, подсев селекционно улучшенных семян).

Участок *ПП 11* представлен березовым насаждением (состав: 9Б1Д+С+Ос; возраст 35 лет; полнота 0,7), в котором была проведена проходная рубка с последующим проведением мер содействия естественному возобновлению леса под пологом леса. Снижение полноты насаждения (улучшились условия освещения, особенно на технологических коридорах), наличие источников обсеменения (до ближайшего соснового насаждения менее 40 м) благоприятно сказалось на успешности естественного возобновления сосны (7,9 тыс. шт./га).

Участок *ПП 12* представляет собой средневозрастное чистое сосновое насаждение, в котором вследствие поражения корневой губкой произошло усыхание части деревьев сосны. В 2016 году на части выдела проведена сплошная санитарная рубка. За год до этого, вследствие высокой полноты насаждения, была проведена проходная рубка. Изреживание соснового насаждения позволило сформировать оптимальные условия освещенности, наличие источников обсеменения, нарушение лесной подстилки и живого напочвенного покрова (и без того не интенсивного) при заготовке древесины во время проведения рубки ухода – эти факторы поспособствовали успешному ходу естественного возобновления сосны (49,9 тыс. шт./га).

Показатели качества исследованного соснового подроста свидетельствуют, что 71,2% учтенного соснового подроста отнесены к категории «здоровый». Наибольшее количество угнетенного подроста отмечается на ПП 6, 7, 11, 12, заложенных под пологом насаждений. В среднем количество угнетенного подроста составляет 18,2%. Доля повреждённых экземпляров составила 9,6%; большая часть повреждений отнесена к «прочим», в связи с наличием сразу нескольких видов повреждений или же из-за затрудненности в определении вида повреждения. Наибольшее количество поврежденных экземпляров (пропорционально) отмечено на ПП 3, которая также как и ПП 4, находится возле земель сельхозпользования.

Таким образом, факторами, оказывающими наибольшее влияние на успешное естественное возобновление сосны, являются: освещённость, богатство (бедность) почв, наличие источников обсеменения на расстоянии не более 50 м, совпадение времени содействия с семенным годом, малая интенсивность развития живого напочвенного покрова. Учтенный сосновый подрост достаточно высокого качества, однако среди причин его повреждения следует выделить повреждение животными, с чем можно бороться, путем огораживания участков с проведенными мерами содействия естественному возобновлению леса.

УДК 630\*174 (476)

Студ. В.С. Дмуховская

Науч. рук. ст. преподаватель А.С. Клыш  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

## **РУБКИ УХОДА В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ВОЛКОВЫССКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА**

Рубки ухода за лесом являются важнейшим лесохозяйственным мероприятием, направленным на выращивание устойчивых, хозяйственно ценных, высокопродуктивных насаждений и улучшение других полезных свойств и функций леса [1].

При рубках ухода за счет изреживания древостоя в насаждении улучшается световой, температурный и гидрологический режимы, что положительно влияет на фотосинтез и другие физиологические процессы растений, а также в конечном итоге ведет к увеличению прироста и повышению продуктивности лесов.

ГЛХУ «Волковысский лесхоз» Гродненского ГПЛХО расположено в юго-западной части Гродненской области на территории пяти административных районов. Общая площадь лесхоза составляет 62 418 га, из нее покрытые лесом земли – 56 658 га или 90,8%. Преобладающей породой в лесном фонде является сосна обыкновенная на долю которой приходится 69,2% от лесопокрытой площади. На территории лесхоза доминируют орляковая (50,7%), кисличная (27,6%) и мшистая (16,7%) серии типов леса.

Согласно геоботаническому районированию леса лесхоза относятся к подзоне елово-грабовых дубрав Неманско-Предполесского лесорастительного округа.

Формационная структура лесов лесхоза представлена преобладанием хвойных (76,1%) и мягколиственных насаждений (14,6%). Значительная часть (9,3%) лесных земель занята твердолиственными насаждениями.

Цель проекта – изучение опыта лесохозяйственного учреждения в проведении рубок ухода за лесом, подборе участков, требующих проведения соответствующих видов рубок ухода в лесном фонде Волковысского лесничества, проектирования организационно-технических элементов, изучение влияния рубок ухода на лесоводственно-таксационные показатели древостоев, а также расчет экономической эффективности запроектированных мероприятий.

Для изучения влияния рубок ухода на древостой и проектирования их нормативов в сосняках Волковысского лесничества было заложено 6 пробных площадей, в типологическом отношении – в сосняках орляковых и мшистых. В лесничестве эти типы леса имеют наиболее

широкое (85,6%) распространение.

Произведен расчет ежегодных объемов рубок ухода по их видам в сосновых насаждениях Волковисского лесничества (таблица 1).

**Таблица 1 – Ежегодный объем рубок ухода по Волковисскому лесничеству**

Вид рубки ухода	Площадь насаждения, нуждающаяся в уходе, га	Вырубаемый запас, м <sup>3</sup>	Средняя повторяемость рубки, лет	Ежегодный размер рубки ухода	
				по площади, га	по запасу, м <sup>3</sup>
Осветление	38,4	104	3,7	10,4	28
Прочистка	27,7	271	4,0	6,9	68
Прореживание	183,4	6 239	5,9	31,3	1 057
Проходная рубка	630,1	24 480	11,9	52,9	2 057
Итого	879,6	31 094	–	101,3	3 210

Из таблицы 1 видно, что ежегодный размер по всем видам рубок ухода в сосновых насаждениях по лесничеству составил 101,3 га по площади и 3 210 м<sup>3</sup> по запасу. В общем объеме уходов основная доля приходится на проходные рубки (52,9 га) и прореживания (16,1 га), прочистки (6,9 га) и осветления (10,4 га) занимают меньшую часть.

Нами за последние три года проанализированы объемы, лесоводственная эффективность рубок ухода и применяемые технологии их проведения в Волковисском лесничестве. Для выполнения рубок ухода в лесничестве применяются кусторезы (*Stihl* FS 400 K и *Husqvarna* 343 F), бензопилы (*Stihl* MS 361), а также харвестер («Амкордор 2541»). Трелевка заготовленных сортиментов производится МПТ 461.1. Вывозка заготовленной древесины осуществляется МАЗ-630208, МАЗ-6303 А8 и МПТ-461.1 на склад лесхоза, либо на железнодорожную станцию для отправки потребителям. В целом как лесоводственная, так и экономическая эффективность проводимых лесничеством рубок достаточно высокая.

Ориентируясь на эколого-сберегающие технологии, производительность и безопасность труда, при проведении рубок ухода в Волковисском лесничестве рекомендуем для валки деревьев, обрезки сучьев и раскряжевки хлыстов на сортименты использовать бензопилу или харвестер, а для трелевки – МПТ-461.1. Сортиментная заготовка древесины при рубках ухода позволит снизить отрицательное воздействие на окружающую среду трелевочных механизмов, что является заметным шагом на пути к сертификации системы

лесоуправления и лесопользования.

Для запроектированных видов рубок ухода составлены нормативно-технологические карты и рассчитаны технико-экономические показатели. Экономическая эффективность рубок ухода представлена в таблице 2. Так, затраты на заготовку 1 м<sup>3</sup> древесины при прочистке составляют 47,8 руб., по прореживанию – 21,6 (заготовка бензопилами) и 23,4 руб. (механизированная заготовка), проходным рубкам – 18,4 и 23 руб. соответственно. Снижение себестоимость лесозаготовительных работ обусловлено увеличением среднего объема хлыста.

**Таблица 2 – Экономическая эффективность рубок ухода**

Экономический показатель	Вид рубки				
	прочистка (Stihl MS 361 + МПТ 461.1)	прореживание		проходная рубка	
		Stihl MS 361 + МПТ 461.1	Амкодор 2541 + МПТ 461.1	Stihl MS 361 + МПТ 461.1	Амкодор 2541 + МПТ 461.1
Годовой объем рубок ухода, га	6,9	31,1		52,9	
Себестоимость проведения рубок ухода на 1 га, тыс. руб.:	3,23	22,79	24,7	37,93	47,33
– на 1 м <sup>3</sup> .	468,1	732,9	794,2	717,1	894,7
Трудозатраты на 1 га, чел.-дн.	6,94	8,8	1,59	8,31	1,76
Доход от реализации древесины на 1 га, тыс. руб.:	0,13	21,94		57,12	
– на 1 м <sup>3</sup> ;	19,5	705,32		1 079,86	
Окупаемость затрат	0,04	0,96	0,89	1,51	1,21

Таким образом, выполненные экономические расчеты эффективности рубок ухода за лесом показали, что как единовременное мероприятие полностью окупаются как при использовании одно- так и многооперационной техники проходные рубки. Связано это с высоким уровнем доходов от реализации заготовленной древесины и наименьшими трудозатратами. Минимальная окупаемость наблюдается при проведении прочисток за счет высокой себестоимости работ и трудозатрат, а также низкого дохода от реализации древесины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Правила рубок леса в Республике Беларусь: ТКП 143-2008 (02080). – Переиздание (сентябрь 2013 г.) с изменением № 1, утвержденным 30.04.2009 (ИУ ТНПА № 5–2009), с изменением № 2, утвержденным 12.07.2010 (ИУ ТНПА №7–2010), с изменением № 3, утвержденным 26.05.2011, с изменением № 4, утвержденным 05.08.2013 (ИУ ТНПА № 7–2013). – Минск: Минлесхоз, 2013. – 94 с.

УДК 630\* 161.32

Студ. М.С. Бойко  
Науч. рук. проф. Л.Н. Рожков  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

## **УГЛЕРОДНЫЙ БАЛАНС ОРЛИКОВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА**

Современная парадигма отношения человеческого общества к лесу не воспринимает лес только как источник древесины и других его материальных ресурсов. Ключевое значение начинает приобретать средообразующая функция леса, его особая социально–экологическая роль в обеспечении здоровой жизненной среды на планете. В последнее время большие опасения вызывает индустриальная эмиссия диоксида углерода. Значимость лесов в регуляции содержания парниковых газов в атмосфере была признана ключевой международными соглашениями по сохранению глобального климата.

Государственное опытное лесохозяйственное учреждение «Копыльский опытный лесхоз» Минского государственного производственного лесохозяйственного объединения Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь, леса которого явились объектами исследований, расположено в южной части Минской области на территории Копыльского, Несвижского, Солигорского, Слуцкого и Столбцовского районов. На долю покрытых лесом земель Копыльского опытного лесхоза приходится 32 078 га. Лесистость территории лесхоза составляет 17,7%. Леса первой группы составляют 41%, леса второй группы – 59%. По породному составу в ГОЛХУ «Копыльский опытный лесхоз» доминирует сосна – 36,6%, ель – 22,5%, береза занимает 20,4%, дуб – 8,1%, черноольховые насаждения – 5,5%, насаждения осины – 3% от всей площади лесных земель. Средний бонитет насаждений – 1<sup>а</sup>,8, средняя полнота – 0,7. Общая площадь Орликовского лесничества составляет 6 653 гектара, в том числе покрытая лесом – 5 300 гектара.

Покрытые лесом земли лесничества представлены, в основном, сосновыми, березовыми и еловыми древостоями I<sup>а</sup>– I классов бонитета. Общее накопление углерода в фитомассе лесов Орликовского лесничества составляло 655,29 тысяч тонн углерода в 2007 году и 681,12 тысяч тонн углерода в 2016 году (рис. 1). Среднее накопление углерода в фитомассе на 1 га составляет 110 тонн углерода с гектара, выше среднего этот показатель у сосновой и еловой формации (рис. 2). Годичное поглощение углекислого газа фитомассой лесов лесничества составляет 2,87 тысяч тонн в эквиваленте углекислого газа в год или 1,58 тонн одним гектаром лесов. Накопление углерода в компонентах лесных насаждений представлено на рисунке 3.

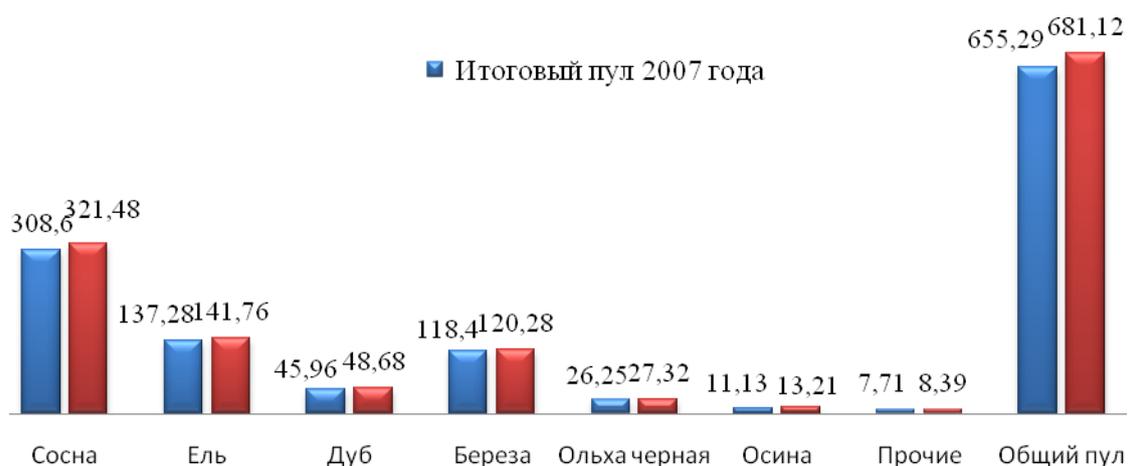


Рисунок 1 – Накопление углерода в разрезе лесных формаций

тыс. т С/га

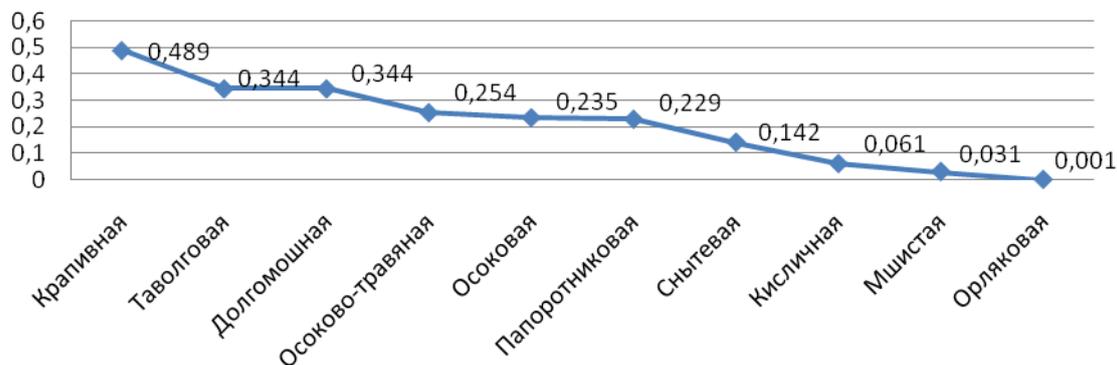


Рисунок 2 – Углеродопродуктивность 1 га лесной почвы

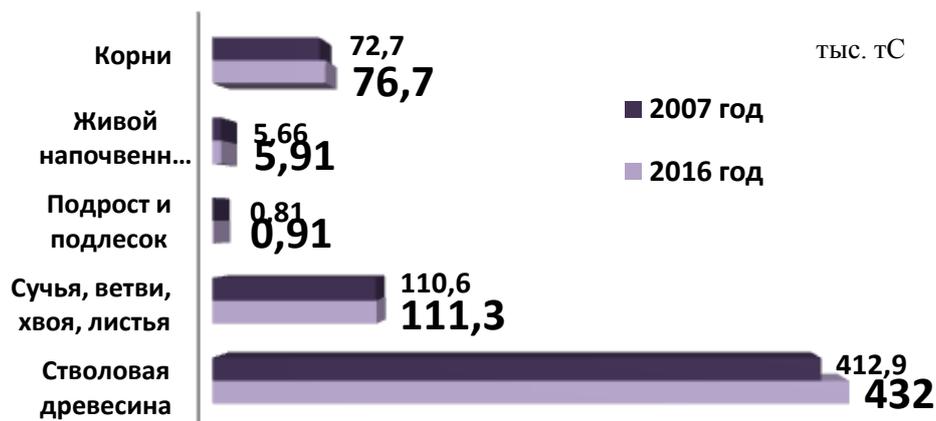


Рисунок 3 – Накопление углерода в компонентах лесных насаждений

Повышению углеродопродуктивности лесов способствуют лесохозяйственные мероприятия, в том числе: создание лесных культур; меры содействия естественному возобновлению; реконструкция насаждений с последующим созданием лесных культур; реконструктивные рубки; рубки ухода. На перспективу с 2017 по 2030 годы в Орликовском лесничестве мы прогнозируем следующие мероприятия по повышению углеродопродуктивности лесов лесничества: рубки реконструкции на площади 25,5 га; рубки ухода на площади 473,7 га; рубки главного пользования с созданием лесных культур на площади 20,9 га; рубки главного пользования с мерами содействия естественному возобновлению на площади 4,9 га. Прогноз накопления углерода на 2030 г. на основе изменения возрастной структуры и сложившегося размера лесопользования составит 2 689 000 тонн углекислого газа. На 2030 г. при условии выполнения рекомендуемых мероприятий по повышению углеродопродуктивности лесов лесничества прогнозируется 7 378 000 тонн углекислого газа, что в 2,7 раза больше. Расчет себестоимости лесохозяйственных работ на проведение мероприятий по увеличению углеродопродуктивности лесов лесничества по затратам составит 920 918 рублей. Исходя из объемов заготовки древесины и действительных цен на заготовленные круглые лесоматериалы, была рассчитана средняя выручка в расчете на 1 га, которая составила 319 883 рубля. Окупаемость затрат лесохозяйственного производства составит 0,35. Также была произведена стоимостная оценка углерододепонирующей функции лесных экосистем Орликовского лесничества. Отметим, что при 100% проведении всех запланированных мероприятий лесные насаждения лесничества абсорбируют диоксида углерода на 9,3 миллионов рублей за пять лет. Прогнозируем, что широкомасштабное применение существующих лесохозяйственных мероприятий увеличит углеродопродуктивность лесных насаждений до 50% при рентабельности мероприятий до 18% и более. В этой связи лесохозяйственная отрасль Беларуси имеет хорошие перспективы участия на углеродных рынках с инновационными проектами устойчивого лесопользования и сокращения выбросов углекислого газа, тем самым повышая доходность лесного хозяйства и способствуя замедлению глобального потепления климата. Реализация настоящей работы позволит сохранить и увеличить углеродопродуктивность лесов Орликовского лесничества, которые обладают высокой углерододепонирующей функцией и повышенным биоразнообразием, повысит доходность лесного хозяйства за счет предоставления экосистемных услуг.

УДК 630\*61:630\*615

Маг. И.В. Старовойтова  
Науч. рук. проф. Л.Н. Рожков  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

**ВЫДЕЛЕНИЕ И РЕЖИМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ПРИРОДООХРАННЫХ ОБЪЕКТОВ В ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЕ  
Г. МОГИЛЕВА.**

Пригородная зона г. Могилева относится к средневысотным Суббореальнымполесским (широколиственно-лесным) ландшафтам. Этот ландшафт представлен вторично-моренными слабо дренированными, дерново-подзолистыми, реже заболоченными почвами и лугами на дерновых заболоченных почвах, с сосновыми, широколиственно-сосновыми лесами.

Общая площадь пригородной зоны г. Могилева 86 960 га. Земли лесного фонда занимают 26,8 тыс. га, из них 94% представлены лесными землями. В пригородной зоне преобладает сосновая (59%) и черноольховая (21%) формации, также представлены еловая (11%) и березовая (7%) формации, присутствуют также дубовая, липовая и осиновая формации, которые занимают меньше 2% каждая. В возрастной структуре преобладают средневозрастные древостои (53% площади лесов). Приспевающие и спелые занимают 25% и 17%, молодняки – 5%. Охрана окружающей природной среды осуществляется не только в форме организации рационального использования природных ресурсов, но и путем полного либо частичного изъятия природных комплексов и объектов из активного хозяйственного освоения и создания особо охраняемых природных территорий с целью их сохранения в неприкосновенности как эталонов естественной природной среды, мест обитания растений и животных, достопримечательных и уникальных природных образований. Особо охраняемые природные территории – это участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, имеющие природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение. Особо охраняемые природные территории республиканского и местного значения могут быть признаны особо охраняемыми природными территориями международного значения. Для них устанавливается особый (заповедный) режим охраны, сущность которого состоит в полном запрещении или ограничении хозяйственной и иной деятельности, противоречащей целям заповедования.

Лесной кодекс Республики Беларусь усиливает социально-экологическую функцию лесов. При делении лесов введена самостоя-

тельная категория «природоохранные леса». Это позволяет выделять отдельную организационно-пространственную единицу лесного фонда, куда включены леса особо-охраняемых природных территорий (ООПТ) и особо-защитные участки (ОЗУ) лесов республиканского и местного значения, ранее представленные в различных категориях защитности и группах лесов.

В состав природоохранных лесов входят: леса, расположенные в границах особо охраняемых природных территорий; леса, расположенные в границах мест обитания диких животных и (или) произрастания дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь; леса, расположенные в границах редких и типичных природных ландшафтов и биотопов.

Природоохранные леса пригородной зоны г. Могилева занимают 280 га. Они представлены в виде ООПТ (Гидрологический памятник природы «Полыковичская криница», Гидрологический заказник «Воротей», Гидрологический заказник «Прибрежье»), участков леса с наличием редких и находящихся под угрозой исчезновения диких животных (Чемерянское лесничество квартал 136), лесов, расположенных в границах типичных и редких природных ландшафтов и биотопов (Болотные леса, ЛВПЦ «Старовозрастные сосняки»).

Критерии выделения редких и типичных ландшафтов установлены ИЭБ НАН Беларуси.

К редким природным ландшафтам относятся ландшафты, имеющие незначительное распространение на территории Беларуси (менее 5% каждый), в том числе особо ценные и уникальные, или быстро трансформирующиеся под влиянием антропогенной деятельности ландшафты.

К типичным природным ландшафтам относятся репрезентативные, хорошо сохранившиеся в естественном состоянии ландшафты, отражающие наиболее характерные (типичные) особенности природных зон.

В соответствии с этими критериями в результате обследования лесов пригородной зоны были выбраны природоохранные объекты, в различных биотопах, а именно:

**Биотоп 6.1** Западная тайга (Чемерянское лесничество, квартал 1 выдел 3):

- виды экосистем: хвойные и смешанные леса на автоморфных и полугидроморфных, свежих почвах (эдафотопы В2);
- распространение: преимущественно в пределах подзоны дубо-во-темнохвойных лесов;

– тип леса: сосняки орляковые (только в пределах подзоны дубово-темнохвойных лесов);

– характерная растительность подлеска и живого напочвенного покрова: деревья и кустарники (можжевельник обыкновенный, жимолость лесная, рябина обыкновенная, крушина ломкая, ива козья, ива ушастая), кустарнички (брусника, черника), травы (плаун булавовидный, плаун годичный, майник двулистный, кислица обыкновенная, ожика волосистая, костяника, орляк обыкновенный, золотарник обыкновенный, вероника лекарственная, вейник лесной), мхи (плеурозиум Шребера, дикранум многожковый, политрихум можжевеловый, политрихум обыкновенный, сфагнум Гиргензона);

**Биотоп 6.2** Южнотаежные и подтаежные широколиственные леса с елью и грабом (Говядское лесничество, квартал 61, выдел 7):

– виды экосистем: коренные и производные широколиственные леса на автоморфных и полугидроморфных свежих почвах (эдафотопы Д2);

– распространение: преимущественно в пределах подзон грабово-дубово-темнохвойных и дубово-темнохвойных лесов, в меньшей мере – широколиственно-сосновых;

– тип леса, возраст насаждений: дубравыкисличные;

– характерная растительность подлеска и живого напочвенного покрова: деревья и кустарники (рябина обыкновенная, крушина ломкая, жимолость лесная, бересклет бородавчатый, ива козья, травы (кислица обыкновенная, майник двулистный, хвощ лесной, сныть обыкновенная, зеленчук желтый, копытень европейский, звездчатка ланцетовидная, звездчатка дубравная, вороний глаз четырехлистный, кочедыжник женский, овсяница гигантская, осока пальчатая), мхи (плеурозиум Шребера, гилокомимум блестящий, дикранумметловидный);

**Биотоп 6.3** Еловые леса с богатой травянистой растительностью (Могилевское лесничество, квартал 104, выдела 9,11):

– виды экосистем: смешанные леса на автоморфных и полугидроморфных плодородных свежих, почвах (эдафотопы Д2), в составе древостоя которых до 30-40% могут занимать широколиственные и/или мелколиственные породы;

– распространение: преимущественно в пределах подзон дубово-темнохвойных и грабово-дубово-темнохвойных лесов, в меньшей мере – северной части широколиственно-сосновых;

–тип леса, возраст насаждений: осинники кисличные, естественного происхождения;

– характерная растительность подлеска и живого напочвенного покрова: деревья и кустарники (лещина обыкновенная, рябина обыкновенная, жимолость лесная, бересклет бородавчатый, крушина ломкая, смородина черная, ива ушастая), травы (сныть обыкновенная, крапива двудомная, кислица обыкновенная, вербейник обыкновенный, хвощ лесной, хвощ болотный, кочедыжник женский, лютик ползучий, осока лесная, осока дернистая), мхи (климациум древовидный, плагиомниум, брахитециум);

**Биотоп 6.6** Черноольховые и пушистоберезовые леса на избыточно увлажненных почвах и низинных болотах (Чемерянское лесничество, квартал 67, выдел 11):

– виды экосистем: коренные мелколиственные леса на избыточно увлажненных перегнойно-глеевых, торфяно-глеевых, разной мощности торфяных почвах (эдафотопы С4) на участках со слабым дренажем и застойным увлажнением; тип водно-минерального питания – эвтрофный и мезотрофный, увлажнение осуществляется за счет близко залегающих от поверхности почвы грунтовых вод и атмосферных осадков;

– тип леса: черноольшанники таволговые, являющиеся частью комплексов с преобладанием болот;

– характерная растительность подлеска и живого напочвенного покрова: кустарники (ива пепельная, ива ушастая, ива мирзинолистная, крушина ломкая), травы (кочедыжник женский, таволга вязолистная, подмаренник болотный, камыш лесной, белокрыльник болотный, калужница болотная, лютик ползучий, хвощ болотный, осока удлиненная, осока сероватая, осока пузырчатая, осока черная, осока вздутая); мхи (сфагнум узколистный, сфагнум оттопыренный, сфагнум остроконечный, сфагнум болотный);

**Биотоп 6.12** Леса в оврагах и на крутых склонах вдоль рек и вокруг озер (Могилевское лесничество, квартал 100, выдела 9,13):

– виды экосистем: леса естественного происхождения в зрелых оврагах и балках и на крутых склонах рельефа вдоль рек, почвы дерново-подзолистые, дерново-палево-подзолистые, (эдафотопы С2, Д2);

– тип леса: липняки кисличные, кленовики кисличные определяющим критерием для выделения биотопа данной категории является форма рельефа (овраг) или элемент рельефа (крутой склон);

– характерная растительность подлеска и живого напочвенного покрова: деревья и кустарники (можжевельник обыкновенный, крушина ломкая, жимолость лесная, черемуха обыкновенная, бересклет бородавчатый, бересклет европейский), подлесочный ярус в верхней и средней части склонов оврагов отсутствует или редкий.

УДК 630\*221

Студ. Е.В. Сергутко  
Науч. рук., доц. И.Ф. Ерошкина  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

## **ФОРМИРОВАНИЕ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ РУБКАМИ УХОДА (НА ПРИМЕРЕ ГОЛХУ «РЕЧИЦКИЙ ОПЫТНЫЙ ЛЕСХОЗ»)**

Уход за лесом – комплекс мероприятий, который направлен на целевое формирование устойчивых и высокопродуктивных лесных насаждений, поддержание и повышение биологического разнообразия и многоцелевых функций и свойств лесов.

За объект исследования были приняты сосновые насаждения, нуждающиеся в рубках ухода Речицкого лесничества ГОЛХУ «Речицкий опытный лесхоз».

В соответствии с существующим лесорастительным районированием территории Республики Беларусь, леса лесхоза относятся к южной подзоне широколиственно-сосновых лесов (грабовых дубрав) Полесско-Приднепровского лесорастительного района, Гомельско-Приднепровского комплекса лесных массивов. Особенности лесного фонда, влияющими на размеры лесопользования и лесного дохода, являются заболоченность и труднодоступность (5%), относительно большая площадь особо охраняемых природных территорий и особо защитных участков леса (15%). В целом, возможные для эксплуатации леса составляют 81%, а спелые 12%.

При подборе участков для исследований по Речицкому лесничеству были проанализированы материалы лесоустройства, книга рубок ухода, материалы отводов для выявления участков, пригодных для проведения рубок ухода за лесом. Выявлены и осмотрены все участки, нуждающиеся в рубках ухода.

По результатам анализа, оказалось, что в рубках ухода нуждаются участки на площади 1 516,8 га в лесах I группы и на 390,3 га в лесах II группы что в общем составило 1 907,1 га. Более 77% площади всех исследуемых участков, представлены средневозрастными и приспевающими древостоями. Из них 47,1% в общем объеме составляют древостои третьего класса возраста, 30,3% – древостои четвертого класса возраста, это в основном леса I группы. Древостои I<sup>a</sup> и I класса бонитета занимают наибольшую площадь: 30,1% и 56,8% соответственно. Сосновые насаждения, нуждающиеся в проведении рубок ухода, являются высокополнотными. Наиболее распространенным типом леса среди отобранных участков под рубки ухода являются сосняк орляковый (49,1%) и сосняк мшистый (42,0%).

Для проведения исследований в лесах Речицкого лесничества было заложено 6 пробных площадей в сосняках орляковых и мшистых, так как они наиболее широко представлены.

Пробная площадь №1 заложена для проведения прочистки. Состав древостоя – 7С3Б, возраст – 30 лет, тип леса – сосняк мшистый, тип лесорастительных условий – А<sub>2</sub>, средняя высота – 5,1 м, средний диаметр – 4,7 см, полнота – 0,50, запас на 1 га – 64 м<sup>3</sup>.

Пробная площадь №2 заложена для проведения прореживания в смешанном сосновом насаждении. Состав древостоя – 7С3Б, возраст – 30 лет, тип леса – сосняк мшистый, тип лесорастительных условий – А<sub>2</sub>, средняя высота – 11,3 м, средний диаметр – 11,2 см, полнота – 0,82, запас на 1 га – 140 м<sup>3</sup>.

Пробная площадь №3 заложена для проведения прореживания. Состав древостоя – 7С3Б, возраст – 35 лет, тип леса – сосняк мшистый, тип лесорастительных условий – А<sub>2</sub>, средняя высота – 12,4 м, средний диаметр – 14,0 см, полнота – 0,87, запас на 1 га – 161 м<sup>3</sup>.

Пробная площадь №4 заложена для проведения проходной рубки. Состав древостоя – 7С3Б, возраст – 60 лет, тип леса – сосняк орляковый, тип лесорастительных условий – В<sub>2</sub>, средняя высота – 24,7 м, средний диаметр – 25,2 см, полнота – 0,85, запас на 1 га – 324 м<sup>3</sup>.

Пробная площадь №5 заложена для проведения проходной рубки. Состав древостоя – 6С4Б, возраст – 70 лет, тип леса – сосняк орляковый, тип лесорастительных условий – В<sub>2</sub>, средняя высота – 21,4 м, средний диаметр – 24,3 см, полнота – 0,99, запас на 1 га – 364 м<sup>3</sup>.

Пробная площадь №6 заложена для проведения проходной рубки. Состав древостоя – 8С2Б, возраст – 75 лет, тип леса – сосняк орляковый, тип лесорастительных условий – В<sub>2</sub>, средняя высота – 24,8 м, средний диаметр – 25,2 см, полнота – 0,91, запас на 1 га – 362 м<sup>3</sup>.

Все участки подверглись соответствующему виду рубок ухода. В результате чего произошли изменения в некоторых лесоводственно-таксационных показателях.

На пробной площади 1 проводилась прочистка. Запас уменьшился на 15,4%, количество деревьев уменьшилось на 10,1%. Площадь питания одного дерева увеличилась на 10,2%. Сумма площадей сечений уменьшилась на 23,6%, полнота – на 24,7%.

На пробной площади 2 и 3 проводили прореживание.

На пробной площади 2 запас уменьшился на 25,0%, количество деревьев уменьшилось на 17,2%. Площадь питания одного дерева увеличилась на 17,2%. Сумма площадей сечений уменьшилась на 21,6%, полнота – на 23,2%. На пробной площади 3 запас уменьшился

на 27,9%, количество деревьев уменьшилось на 19,4%. Площадь питания одного дерева увеличилась на 19,5%. Сумма площадей сечений уменьшилась на 27,1%, полнота – на 28,1%.

На пробной площади 4, 5 и 6 проводили проходные рубки.

На пробной площади 4 запас уменьшился на 15,7%, количество деревьев уменьшилось на 10,8%. Площадь питания одного дерева увеличилась на 10,7%. Сумма площадей сечений уменьшилась на 15,3%, полнота – на 17,6%. На пробной площади 5 запас уменьшился на 27,7%, количество деревьев уменьшилось на 17,8%. Площадь питания одного дерева увеличилась на 17,1%. Сумма площадей сечений уменьшилась на 26,0%, полнота – на 28,3%. На пробной площади 6 запас уменьшился на 19,6%, количество деревьев уменьшилось на 16,4%. Площадь питания одного дерева увеличилась на 16,0%. Сумма площадей сечений уменьшилась на 20,2%, полнота – на 23,1%.

Для запроектированных видов рубок ухода составлены нормативно-технологические карты и рассчитаны технико-экономические показатели. Проведенные расчеты экономической эффективности выполнения рубок ухода в сосновых насаждениях показали, что как единовременное мероприятие дают прибыль, за счет реализации заготовленной древесины, только прореживания и проходные рубки.

Что касается рубок ухода в молодняках, то есть осветлений и прочисток, то целью их проведения является не получение экономической выгоды, а лесоводственный эффект, который проявится в будущем. Поэтому их убыточность в настоящее время в дальнейшем покроеется за счет качественного улучшения древесины на рубках главного и промежуточного пользования. Кроме того, рубки ухода в молодняках значительно повышают биологическую устойчивость формирующихся насаждений, способствует увеличению скорости роста, светового довольствия и повышению продуктивности древостоев.

Наибольший экономический эффект получен при использовании на рубках ухода бензомоторных пил прибыль составила 57,7 тыс. руб., а при проведении харвестером – 5,8 тыс. руб.

В целом можно сделать вывод, что при прочих равных условиях с увеличением интенсивности и среднего объема хлыста вырубаемой древесины возрастает окупаемость рубок ухода.

Таким образом, при проектировании и проведении рубок ухода следует ориентироваться на достижение не экономического, а лесоводственно-экологического эффекта, так как именно в результате их проведения формируются высокопродуктивные древостои, рубки главного пользования которых окупят все капитальные вложения.

Студ. А.Р. Дегтярик  
Науч. рук. доц. Д.В. Шиман  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

**ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОЛОСНО-  
ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ  
ГЛХУ «ИВАЦЕВИЧСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

Лесной Кодекс Республики Беларусь устанавливает правовые основы воспроизводства, охраны и защиты лесов, а также направлен на рациональное и устойчивое использование лесных ресурсов, сохранение и усиление средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, рекреационных и других полезных функций лесов.

Многие статьи Лесного Кодекса базируются на ранее принятых нормативно-правовых актах и программах и ориентируют лесохозяйственную деятельность на принципы непрерывности, неистощительности и многоцелевого лесопользования, экологизацию производства, формирование высокопродуктивных и устойчивых насаждений к негативным природным и антропогенным воздействиям, сохранение их биологического разнообразия, повышение экономической эффективности лесохозяйственных мероприятий. Рациональное использование лесов невозможно осуществить без проведения лесоводственно обоснованных рубок главного пользования.

Наиболее сильное воздействие на лесную экосистему оказывают рубки главного пользования, результатом которых является удаление из лесной экосистемы ее главного и основного компонента – древостоя. После такой рубки, чаще всего, временно прерывается средообразующая функция леса. Поэтому в современном лесоводстве особое внимание уделяется формированию насаждений путем их естественного возобновления, а наличие подростка хозяйственно ценных древесных видов под пологом приспевающих и спелых древостоев, его количество, характер распределения по площади и жизненное состояние определяют виды назначаемых в этих насаждениях рубок леса и позволяют установить их возможные объемы.

Цель настоящей работы: по литературным данным и на основе собственных исследований обобщить опыт проведения постепенных рубок в лесхозе; установить особенности формирования подростка под пологом спелых сосновых насаждений и после проведения в них первых приемов полосно-постепенных рубок главного пользования; оценить влияние полосно-постепенных рубок главного пользования на видовое разнообразие и проективное покрытие живого напочвенного

покрова; предложить лесоводственные мероприятия по формированию сосновых насаждений, направленные на улучшение качественного состава древостоев, повышение устойчивости и биологического разнообразия лесных экосистем.

Изученный опыт проведения РГП в Ивацевичском лесхозе показывает, что на полосно-постепенных рубках леса, проводимых преимущественно в сосняках, валка деревьев, обрезка сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты производится лесозаготовительной бригадой в составе 8 вальщиков с бензиномоторными пилами Stihl MS-260 или Stihl MS-361 и харвестера Амкодор-2551, трелевка – форвардером Амкодор-2661, МПТ-461.1 и МЛПТ-344. Очистка лесосек проводится путем измельчения и равномерного разбрасывания порубочных остатков на свободные от подроста места. Вывозка сортиментов осуществляется сортиментовозам МАЗ-6303 А8-1328 с прицепом МАЗ-837810. За последние 3 года ежегодная вырубаемая масса древесины варьируется от 100,2 до 112,2 тыс. м<sup>3</sup>, а в среднем заготавливается 107,1 тыс. м<sup>3</sup> древесины с 539,6 га в год.

В работе обобщены литературные сведения об особенностях предварительного и сопутствующего естественного возобновления под пологом и на вырубках спелых сосняков.

Установлено, что основными методами восстановления сосновых лесов являются правильный выбор способа и технологии главной рубки, позволяющих содействовать возобновлению главных пород и сохранению их подроста. Разработана методика, основанная на общепринятых в лесоводстве и лесной таксации методов исследований.

В лесах ГЛХУ «Ивацевичский лесхоз» заложено 6 пробных площадей в спелых сосновых насаждениях.

В результате выполненных исследований установлено, что состав подроста под пологом сосняка орлякового до проведения первого приема полосно-постепенной двухприемной рубки (ПП 1) – 6СЗБ1Д, средняя высота сосны – 0,7 м, березы – 1,60 м, дуба – 0,4 м. У сосны верхушечные и боковые побеги в верхней части кроны съедены копытными животными, а у дуба также съедены верхушечные побеги. Общее количество – 1 600 шт./га. Состав подроста после проведения первого приема полосно-постепенной двухприемной рубки на рассматриваемом участке в сосняке орляковом (ПП 2) – 6С4Б+Д, средняя высота сосны – 0,5 м, березы – 0,9 м, дуба – 0,4 м. Общее количество – 2 400 шт./га. По причине частичного удаления березы из состава древостоя в оставшихся полосах и наличия ее в прилегающем насаждении, а также интенсивного повреждения соснового подроста копыт-

ными, на данном участке может существовать вероятность возобновления березой. Состав подроста под пологом сосняка орлякового на ПП 3 до проведения первого приема полосно-постепенной двухприемной рубки – 6СЗБ1Д, средняя высота сосны – 1,2 м, березы – 1,8 м, дуба – 0,4 м. Общее количество – 2 100 шт./га. Состав подроста на этом же участке после проведения первого приема полосно-постепенной двухприемной рубки (ПП 4) – 5СЗБ1Д, средняя высота сосны – 0,7 м, березы – 1,5 м, дуба – 0,4 м. Общее количество – 3 200 шт./га. Примерно 25% подроста повреждено копытными животными по причине высокой плотности популяции оленя благородного, поддерживаемой в охотхозяйстве «Вариант». На участке, где заложена ПП 5, состав подроста под пологом сосняка орлякового до проведения первого приема полосно-постепенной двухприемной рубки – 6С2Е2Д+Б, средняя высота сосны – 1,4 м, ели – 0,7 м, березы – 2,0 м, дуба – 0,4 м. Общее количество – 2 700 шт./га. После проведения первого приема полосно-постепенной двухприемной рубки в сосняке орляковом на данном участке (ПП 6) состав подроста был – 5С2Д2Б1Е, средняя высота сосны – 1,2 м, ели – 0,5 м, березы – 0,7 м, дуба – 0,4 м. Общее количество – 3 800 шт./га. Таким образом, можно констатировать, что исследованные сосняки орляковые после проведения в них первых приемов полосно-постепенных рубок возобновляются без смены главной древесной породы, а количество учтенного на данных участках самосева и подроста свидетельствует о возможности формирования на данных участках новых насаждений естественного происхождения из ценных древесных пород.

Максимальное флористическое богатство живого напочвенного покрова наблюдается до проведения полосно-постепенной рубки на ПП1, а также после проведения первого приема полосно-постепенной рубки на ПП 6 и представлено 11 видами. На ПП 3 и 4 соответственно до рубки и после проведения первого приема полосно-постепенной рубки флористическое богатство осталось прежним. На всех пробных площадях в результате проведения полосно-постепенных рубок количество видов в мохово-лишайниковом ярусе осталось неизменным.

Проведение рубок леса по экологически щадящим технологиям позволяет увеличить безопасность труда за счет применения соответствующих технических средств и организации труда на лесосеке.

В связи с этим можно рекомендовать более широко применять постепенные рубки в сосновых лесах ГЛХУ «Ивацевичский лесхоз», что позволит сформировать насаждения, которое смогут выполнять различные полезные функции в растущем состоянии, сохранить биологическое и ландшафтное разнообразие лесов.

Студ. Н.В. Гаврилова  
Науч. рук. доц. Д.В. Шиман  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

**ОПЫТ РУБОК УХОДА В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ  
ГЛУШАНСКОГО ОПЫТНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО  
ЛЕСНИЧЕСТВА ГЛХУ «БОБРУЙСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

Рубки ухода за лесом – это мероприятия, направленные на поддержание и повышение многостороннего развития лесных насаждений, которые обеспечивают наиболее полное их использование.

Лесоводственные приемы, которые применяются для этого, сводятся к воздействию на наземную и подземную части лесных растений путем изменения светового и теплового режима, других элементов микроклимата, химических, физических и микробиологических свойств почв.

При рубках ухода создается экологический режим, благоприятный для ускорения роста и формирования определенных деревьев и древостоя в целом; осуществляет элементарную массовую селекцию; получает древесину и другие продукты; обеспечивает защитные функции леса.

Рубки ухода за лесом остаются одним из важнейших лесохозяйственных мероприятий.

Доля древесины, полученной при проведении уходов за насаждениями, постоянно возрастает. Некоторые лесоводственные цели рубок ухода общеизвестны. Это формирование состава насаждений, улучшение их санитарного состояния, снижение пожарной опасности, сохранение и усиление защитных, водоохраных и других полезных свойств леса, ускорение выращивания крупномерных лесоматериалов и др.

Основные задачи рубок ухода: формирование целевого породного состава, густоты и структуры насаждений; повышение качества, биологической устойчивости и биологического разнообразия древостоев без снижения их селекционно-генетического потенциала; сохранение и усиление защитных, водоохраных, санитарно-гигиенических и других полезных свойств леса; своевременное использование древесины в процессе выращивания лесов и сокращение сроков выращивания технически спелой древесины; предотвращение накопления в лесу сухостоя, валежа и другой поврежденной древесины в количестве, требующем назначения уборки захламленности.

Цель работы – изучение опыта проведения рубок ухода за лесом в сосновых насаждениях Глушанского опытно-производственного

лесничества Бобруйского лесхоза, лесоводственно-таксационных параметров древостоев, влияния рубок на формирование нижних ярусов растительности, а также расчет окупаемости затрат на проведение рубок ухода.

Согласно лесорастительному районированию территории республики, вся территория лесхоза относится Центрально-Предполесскому (правобережье р. Березина) и Чечерско-Приднепровскому (левобережье р. Березина) лесорастительным районам Березинско-Предполесского геоботанического округа. Площадь покрытых лесом земель составляет 114 776 га.

В результате проведенных исследований установлено, что машины и механизмы, применяющиеся при проведении рубок ухода в лесхозе, используются в зависимости от вида рубки.

Осветления и первые прочистки (в возрасте до 15 лет), где произрастают относительно небольшие по диаметру подлежащие удалению древесные виды, проводятся с применением мотокусторезов Хускварна и Штиль, или бензиномоторных пил Штиль.

Прореживания и проходные рубки выполняются с использованием бензиномоторных пил Хускварна и Штиль.

Трелевка заготовленных сортиментов производится в основном погрузочно-транспортной машиной МПТ 461.1.

Технологические коридоры при проведении рубок ухода в смешанных и сложных древостоях устраиваются через 25 м и только при наличии ликвидной древесины.

В качестве технологических коридоров в первую очередь используются имеющиеся дороги. Срезанные деревья разделяются на полупасеках.

Мелкая ликвидная древесина после очистки ее от сучьев выносятся и складироваться в пачки вдоль технологического коридора, затем вывозится потребителям или на погрузочную площадку.

Анализ проведенных рубок ухода в сосняках Глушанского опытно-производственного лесничества показывает, что за последние 5 лет ежегодная вырубаемая масса древесины варьируется от 1 882 до 10 642 м<sup>3</sup>, а в среднем заготавливается 5 923,2 м<sup>3</sup> древесины в год.

Рубками ухода в сосновых лесах за последние 5 лет пройдено 537,1 га. Наибольшая доля их приходится на проходные рубки (72,8% по площади и 90,8% по запасу), меньше всего проводились прочисток (27,0% по площади 23,5% по запасу), что связано с возрастной структурой нуждающихся в рубках ухода сосновых насаждений.

В лесах Глушанского опытно-производственного лесничества ГЛХУ «Бобруйский лесхоз» заложено 6 пробных площадей в наибо-

лее распространенных типах леса сосновых насаждений: сосняках мшистых, сосняках кисличных и сосняках черничных.

Экологозащитная технология, применяемая для проведения рубок ухода в Бобруйском лесхозе (на валке деревьев, обрезки сучьев и раскряжевке хлыстов на сортименты – бензопилы Хускварна, для трелевки – погрузочно-транспортная машина МПТ-461.1), позволяет минимизировать отрицательное воздействие на компонентную структуру формируемых рубками ухода насаждений, о чем свидетельствуют результаты изученных особенностей формирования живого напочвенного покрова на пробных площадях.

Максимальным видовым разнообразием характеризуется сосняк мшистый после проведения проходной рубки на ПП 5, а наименьшее количество видов живого напочвенного покрова учтено на ПП 1 до проведения прочистки в сосняке мшистом.

Наибольшим проективным покрытием (49%) по травяно-кустарничковому ярусу характеризовался сосняк мшистым после проведения проходной рубки (ПП 5), минимальное проективное покрытие по травяно-кустарничковому ярусу установлено в сосняке мшистом до проведения прочистки на ПП 1 (15%).

Максимальный индекс видового разнообразия живого напочвенного покрова составил 2,50 по травяно-кустарничковому ярусу на ПП5, а по мохово-лишайниковому ярусу 0,73 на ПП 3.

Для расчета экономической эффективности составлены нормативно-технологические карты и рассчитаны технико-экономические показатели.

Окупаемость затрат на проходной рубке при разработке лесосеки харвестером Амкодор 2541 + Форвардер 2661 составила 1,02 а на проходных рубках при разработке лесосеки бензопилами Хускварна + МПТ-461.1 – 1,06.

Таким образом, проведенные расчеты экономической эффективности выполнения проходной рубки в сосновых насаждениях показали, что, как единовременное мероприятие, рубка окупается полностью за счет реализации древесины.

Но рубки ухода необходимо проводить для достижения в первую очередь лесоводственно-экологического эффекта, поскольку при должном обосновании нормативов рубок ухода могут сформироваться высокопродуктивные древостои, что позволит удовлетворить потребности народного хозяйства в древесине не принося при этом существенных негативных изменений в компонентной структуре лесных насаждений, сохранить их видовое и ландшафтное разнообразие.

Студ. С.А. Коничев  
Науч. рук. доц. Д.В. Шиман  
(кафедра лесоводства, БГТУ)

**ВЛИЯНИЕ ПРОРЕЖИВАНИЙ И ПРОХОДНЫХ РУБОК  
НА ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО  
ПОКРОВА В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ  
ПРИГОРОДНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА  
ГОЛХУ «БОРИСОВСКИЙ ОПЫТНЫЙ ЛЕСХОЗ»**

С помощью рубок ухода в лесу создается экологический режим, который способствует ускорению роста и формирования отдельных деревьев и древостоя в целом; осуществляется элементарная селекция; заготавливается древесина; обеспечивается выполнение лесами защитных, средообразующих и других полезных функций в растущем состоянии. При своевременном и качественном проведении рубок ухода формируется целевой состав насаждений, повышается выход деловой древесины с единицы площади. С помощью рубок ухода сокращаются сроки выращивания спелой древесины и предотвращается отпад деревьев, что в свою очередь обеспечивает более рациональное использование лесных ресурсов.

Цель работы – изучение особенностей формирования нижних ярусов растительности в результате прореживаний и проходных рубок в сосновых насаждениях Пригородного лесничества Борисовского опытного лесхоза, а также опыта проведения рубок ухода за лесом, их влияния на лесоводственно-таксационные параметры древостоев, и определение экономической эффективности проведенных лесоводственных мероприятий.

Живой напочвенный покров в лесных фитоценозах играет значительную роль в процессах обмена веществ и энергии в биогеоэкологических системах. Доля травяного покрова в общей фитомассе может составлять от 1 до 5%, а в общем годичном приросте органического вещества – до 20%. Как компонент лесного насаждения живой напочвенный покров является индикатором типа леса и условий его местопроизрастания. Нижние ярусы растительности оказывают влияние на почвообразовательные процессы и микроклимат, фауну и возобновление леса. Мощным антропогенным фактором, изменяющим живой напочвенный покров, является хозяйственная деятельность человека, в частности, рубки леса. При проведении рубок ухода и несплошных рубок главного пользования происходят существенные изменения лесной среды. Разреживание полога древостоя и изменение его состава и структуры влечет за собой изменение световых условий под по-

логом насаждений, водно-воздушного режима почвы, биохимических процессов в ней, ее химических свойств, что непосредственно сказывается на характере нижних ярусов растительности.

Рубки ухода всегда были и остаются одним из важнейших лесохозяйственных мероприятий и, несмотря на бесспорные их лесоводственные цели, они являются источником получения дополнительного количества древесины, доля которой составляет около 35% в общем объеме лесозаготовок, хотя примерно около трех десятков лет тому назад не превышала 20%.

В соответствии с существующим геоботаническим районированием республики леса лесхоза относятся к Ошмяно-Минскому геоботаническому округу подзоны дубово-темнохвойных лесов.

Общая площадь лесхоза по данным лесоустройства составляет 151,3 тыс. га.

В результате исследований установлено, что на технологические особенности проводимых рубок в первую очередь влияет возраст насаждений.

Осветления и первые прочистки (в возрасте до 13–15 лет), где произрастают относительно небольшие по диаметру подлежащие удалению древесные виды, проводятся с применением мотокусторезов Хускварна и Штиль, или бензиномоторных пил Хускварна; прореживания и проходные рубки – выполняются с использованием бензиномоторных пил Хускварна, Штиль или харвестером Амкодор-2541. Трелевка заготовленных сортиментов производится погрузочно-транспортной машиной МПТ-461.1 или форвардером Амкодор-2661. Технологические коридоры при проведении рубок ухода устраиваются через 20–25 м при наличии ликвидной древесины. В качестве технологических коридоров в первую очередь используются имеющиеся дороги. Поваленные деревья обрезают от сучьев и раскряжевывают на полупасаках. Мелкая ликвидная древесина выносится и складывается в пачки вдоль технологического коридора, затем трелюется на погрузочную площадку или сразу вывозится потребителям.

За последние 5 лет в Пригородном лесничестве рубками ухода пройдено 849,8 га. Из них большая часть приходится на прочистки и проходные рубки, доля которых составляет 33,3 и 32,0% по площади и 22,1 и 52,0% по запасу соответственно. Для выполнения работы в лесах Пригородного лесничества Борисовского опытного лесхоза заложено 6 пробных площадей в наиболее распространенных типах леса сосновых насаждений: сосняках вересковых, мшистых, орляковых и кисличных. Качество и своевременность проведения лесохозяйствен-

ных мероприятий можно оценить по видовому составу, проективному покрытию и состоянию живого напочвенного покрова.

Результаты исследований свидетельствуют, что максимальным видовым разнообразием характеризуется сосняк мшистый до проведения проходной рубки на ПП 4, а наименьшее количество видов живого напочвенного покрова учтено на ПП 2 до проведения прореживания в сосняке мшистом.

Наибольшим проективным покрытием (56%) по травяно-кустарничковому ярусу характеризовался сосняк орляковый после проведения прореживания (ПП 3), минимальное проективное покрытие по травяно-кустарничковому ярусу установлено в сосняке мшистом до проведения прореживания на ПП 2 (27%).

Максимальный индекс видового разнообразия живого напочвенного покрова составил 2,53 после рубки ухода по травяно-кустарничковому ярусу на ПП3, а по мохово-лишайниковому ярусу 0,92 на ПП 4 перед проведением проходной рубки.

В свою очередь можно сделать вывод, что применяемая на рубках ухода в Борисовском опытном лесхозе экологощадящая технология, обеспечивающая достаточно высокую производительность и безопасность труда, позволяет минимизировать отрицательное воздействие на компонентную структуру формируемых рубками ухода насаждений, о чем свидетельствуют полученные нами результаты изученных особенностей формирования живого напочвенного покрова на пробных площадях.

Для проведенных в лесничестве видов рубок ухода составлены нормативно-технологические карты и рассчитаны технико-экономические показатели. Установлено, что наибольшая прибыль будет получена при заготовке деловых сортиментов в результате проведения проходной рубки, так как выход деловой древесины больше, чем при проведении прореживаний.

Окупаемость затрат на прореживаниях составила 1,05, на проходных рубках при разработке лесосеки харвестером – 1,10, при разработке лесосеки бензопилами – 1,45.

Правильное обоснование нормативов проводимых рубок ухода будет способствовать удовлетворению потребностей народного хозяйства в древесине без существенных негативных изменений в компонентной структуре лесных насаждений, сохранению их видового разнообразия, что в свою очередь позволит лесным насаждениям обладать устойчивостью к проявлению различных негативных воздействий и выполнять свои экологические функции в растущем состоянии.

УДК 630\*232

Студ. А.А. Глушко

Науч. рук. доц. А.А. Домасевич

(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

**ИЗУЧЕНИЕ РОСТА КУЛЬТУР ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В  
ЛЯСКОВИЧСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ ГПУ НП «ПРИПЯТСКИЙ»**

В Лясковичском лесничестве ГПУ НП «Припятский» были исследованы чистые и смешанные культуры дуба черешчатого.

Пробная площадь № 1 заложена в квартале 53 выделе 38. Площадь пробы составляет 0,22 га и представлена чистыми культурами дуба черешчатого. Возраст насаждения 36 лет. Обработка почвы бороздами производилась осенью перед годом посадки плугом ПКЛ-70 в агрегате с трактором МТЗ-82. Посадка производилась весной по дну плужных борозд под меч Колесова. Схема посадки: 3,0 м между рядами, 0,5 м в ряду. Посадочный материал – СН<sub>1</sub>. Исходная густота культур 6 666 шт./га. Рельеф участка равнинный. Тип условий местопроизрастания Д<sub>2</sub>. Тип леса – дубрава кисличная. Подрост отсутствует, подлесок представлен лещиной. В живом напочвенном покрове преобладают кислица, сныть, копытень, вероника дубравная. Почва дерново-подзолистая слабоподзоленная оглеенная внизу суглинистая, на суглинке легком, сменяемом супесью рыхлой моренной, ниже песком.

Пробная площадь № 2 заложена в квартале 47 выделе 12. Площадь пробы составляет 0,25 га и представлена дубово–сосновыми культурами. Обработка почвы производилась осенью перед годом посадки плугом ПКЛ-70 в агрегате с трактором МТЗ-82. Посадка производилась весной по дну плужных борозд под меч Колесова. Схема посадки: 3,0 м между рядами, 1,0 м в ряду. Схема смешения 8р.Д 2р.С. Исходная густота культур 3 333 шт./га. Посадочный материал дуба СН<sub>1</sub>, сосны – СН<sub>2</sub>. Рельеф участка ровный. Тип условий местопроизрастания С<sub>3</sub>. Тип леса – дубрава черничная. Подрост отсутствует, подлесок представлен крушиной ломкой средней высотой до 2 м. В живом напочвенном покрове встречается черника, кислица, вероника дубравная. Почва дерново-подзолистая сильнооподзоленная грунтово-глееватая песчаная, на песке связном, подстилаемом суглинком легким, сменяемым песком.

Пробная площадь № 3 заложена в квартале 93 выделе 19. Площадь пробы составляет 0,2 га и представлена чистыми культурами дуба черешчатого. Обработка почвы бороздами производилась осенью перед годом посадки плугом ПКЛ-70 в агрегате с трактором МТЗ-82. Посадка производилась весной по дну плужных борозд под меч Колесова. Схема посадки: 3,0 м между рядами, 1,0 м в ряду. Исходная густота культур 3 333 шт./га. Посадочный материал – СН<sub>1</sub>. Рельеф участка ровный. Тип условий местопроизрастания Д<sub>2</sub>. Тип леса – дуб-

рава кисличная. Подлесок представлен крушиной ломкой и рябиной средней высотой до 2 м. В живом напочвенном покрове преобладают кислица, сныть, копытень, вероника дубравная, майник двулистный. Почва дерново-подзолистая слабоподзоленная супесчаная, на супеси связной, подстилаемой суглинком легким моренным.

Пробная площадь № 4 заложена в квартале 68 выделе 4. Площадь пробы составляет 0,15 га и представлена чистыми культурами дуба черешчатого. Обработка почвы бороздами производилась осенью перед годом посадки плугом ПКЛ-70 в агрегате с трактором МТЗ-82. Посадка производилась весной по дну плужных борозд под меч Колесова. Схема посадки: 3,0 м между рядами, 0,75 м в ряду. Исходная густота культур 4 444 шт./га. Посадочный материал – СН<sub>1</sub>. Рельеф участка пониженный. Тип условий местопроизрастания Д<sub>3</sub>. Тип леса – дубрава снытевая. Подрост отсутствует, подлесок представлен рябиной и лещиной. В живом напочвенном покрове встречается сныть, кислица, вероника дубравная, осока волосистая. Почва перегнойно-глеевая суглинистая, на суглинке легком подстилаемом глиной легкой, УГВ 94 см.

Пробная площадь № 5 заложена в квартале 88 выделе 44. Площадь пробы составляет 0,15 га и представлена чистыми культурами дуба черешчатого. Обработка почвы бороздами производилась осенью перед годом посадки плугом ПКЛ-70 в агрегате с трактором МТЗ-82. Посадка производилась весной механизировано лесопосадочной машиной МЛУ-1. Схема посадки: 2,5 м между рядами, 0,75 м в ряду. Исходная густота культур 5 333 шт./га. Посадочный материал – СН<sub>1</sub>. Рельеф участка ровный, слегка повышенный. Тип условий местопроизрастания С<sub>3</sub>. Тип леса – дубрава черничная. Подрост отсутствует, подлесок представлен крушиной ломкой и лещиной. В живом напочвенном покрове встречается черника, кислица, ветриница дубравная, майник двулистный. Почва дерново-подзолистая сильноподзоленная глеевато-песчаная, на песке связном, сменяемым песком рыхлым, подстилаемой суглинком легким.

Пробная площадь № 6 заложена в квартале 101 выделе 2. Площадь пробы составляет 0,22 га и представлена чистыми культурами дуба черешчатого. Обработка почвы бороздами производилась осенью перед годом посева плугом ПКЛ-70 в агрегате с трактором МТЗ-82. Лесные культуры были созданы строчно-луночным посевом желудей. Лунки находились на расстоянии 60–70 см одна от другой, высевалось в лунки по несколько желудей, вручную. Расход желудей составил около 75 кг/га. Глубина заделки желудей 5–8 см. Рельеф участка ровный. Тип условий местопроизрастания Д<sub>3(п)</sub>. Тип леса – дубрава широколиственно-пойменный. Подрост отсутствует, подлесок представлен лещиной, крушиной ломкой и ивой. В живом напочвенном покрове встречается сныть, крапива двудомная, гравилат речной.

Почва перегнойно-глеевая пойменная, суглинистая на суглинке легком сменяемым суглинком средним.

Лесоводственно-таксационная характеристика исследуемых лесных культур приведена в таблице.

**Таблица 1 – Лесоводственно-таксационная характеристика исследуемых лесных культур**

ПП	Тип леса ТУМ	Состав		Число деревьев, шт./га	Возраст, лет	Средние		Бонитет	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га	Сохранность, %
		элемент леса	коэффициент участия, %			Д, см	Н, м				
1	<u>Д кис</u> Д <sub>2</sub>	Д	60	968	36	12,9	12,4	II	0,48	76	14,5
		Б	20	291		15,9	11,8		0,13	23	
		Олч	10	118		14,3	13,4		0,07	13	
		Ос	10	132		15,6	11,8		0,05	9	
		–	100	1509		–	–		0,73	121	
2	<u>Д чер</u> С <sub>3</sub>	Д	20	928	26	8,6	6,2	III	0,48	19	27,8
		С	20	656		9,2	6,3		0,13	15	
		Б	30	664		13,1	10,1		0,07	31	
		Ос	30	436		15,4	11,8		0,05	29	
		–	100	2684		–	–		0,65	94	
3	<u>Д кис</u> Д <sub>2</sub>	Д	40	1070	28	10,3	9,4	II	0,38	42	
		Олч	30	335		11,3	14,3		0,25	41	
		Б	20	260		15,3	13,4		0,15	24	
		С	10	265		9,8	8,3		0,06	9	
		–	100	1930		–	–		0,84	116	
4	<u>Д сн</u> Д <sub>3</sub>	Д	50	1 725	29	7,9	8,7	III	0,63	47	38,8
		Б	50	425		16,6	14,7		0,28	52	
		–	100	2 150		–	–		0,91	99	
5	<u>Д чер</u> Д <sub>3</sub>	Д	40	1 479	21	7,0	6,2	III	0,29	23	27,7
		Б	60	1 007		12,3	9,4		0,32	36	
		–	100	2 486		–	–		0,61	59	
6	<u>Д шп</u> Д <sub>3(п)</sub>	Д	100	1050	46	11,5	11,3	III	0,47	62	–

Для обеспечения хорошего восстановления леса, следует создавать лесные культуры редкой и средней густоты с равномерным размещением деревьев. Нужно отдавать предпочтение смешанным культурам перед чистыми. В качестве второй породы для смешения с дубом черешчатым лучше использовать липу.

УДК 630\*232

Студ. О.Г. Заранкова

Науч. рук. доц. С.В. Ребко

(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

**СЕЛЕКЦИОННАЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ  
НАСАЖДЕНИЙ И ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ  
В ГЛХУ «БЕЛЫНИЧСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

Стратегией современного селекционного семеноводства древесных видов является воспроизводство лесных ресурсов с учетом сохранения генетического разнообразия и по возможности максимального использования ценного генофонда местных популяций с последующим созданием на генетико-селекционной основе смешанных по составу и сложных по структуре древостоев. С целью организации селекционного фонда ели европейской в ГЛХУ «Белыничский лесхоз» была проведена селекционная инвентаризация, которая включает массовый, групповой и индивидуальный отборы. Объектами исследования являются шесть участков ели европейской, наиболее распространенных в лесфонде ГЛХУ «Белыничский лесхоз» по типам леса, представленных высокопродуктивными древостоями спелого и приспевающего возраста (табл. 1). Участок № 1 расположен в квартале 25, выдел 13 Круглянского лесничества ГЛХУ «Белыничский лесхоз». Древостой одноярусный. Площадь выдела – 3,0 га; состав насаждения – 6Е1С1Б2Ос; возраст – 85 лет; средняя высота древостоя, согласно таксационному описанию – 29,0 м, а средний диаметр – 30,0 см; тип леса – ельник кисличный; тип лесорастительных условий – Д<sub>2</sub>. Насаждение произрастает по I<sup>a</sup> классу бонитета с полнотой 0,5 и имеет запас 310 м<sup>3</sup>/га. Участок № 2 также расположен в квартале 25, но в выделе 25 Круглянского лесничества ГЛХУ «Белыничский лесхоз». Древостой одноярусный. Площадь выдела – 3,0 га; состав насаждения – 7Е1Д1Я1Ос+Б; возраст – 80 лет; средняя высота древостоя согласно таксационному описанию – 29,0 м, а средний диаметр – 36,0 см; тип леса – ельник кисличный; тип лесорастительных условий – Д<sub>2</sub>. Насаждение произрастает по I<sup>a</sup> классу бонитета с полнотой 0,6 и имеет запас 370 м<sup>3</sup>/га. Участок № 3 расположен в квартале 33, в выделе 12 Круглянского лесничества ГЛХУ «Белыничский лесхоз». Древостой одноярусный. Площадь выдела – 4,9 га; состав насаждения – 5Е1Д1Я3Ос+Б; возраст – 85 лет; средняя высота древостоя согласно таксационному описанию – 30,0 м, а средний диаметр – 36,0 см; тип леса – ельник снытевый; тип лесорастительных условий – Д<sub>3</sub>. Насаждение произрастает по I<sup>a</sup> классу бонитета с полнотой 0,6 и имеет запас 350 м<sup>3</sup>/га.

**Таблица 1 – Лесоводственно-таксационная и селекционная характеристика насаждений ели европейской на исследуемых пробных площадях**

ПП	Тип леса (ТУМ)	Состав	Возраст, лет	Средние		Класс бонитета	Полнота	Участие типов деревьев в насаждении по качеству, %			Очищаемость стволов от сучьев, %	Селекционная категория насаждения
				Н, м	Д, см			высокого качества	средние по качеству	низкого качества		
1	Е. кис. (Д <sub>2</sub> )	7Е1С2Ос+Б	84	29,5	38,4	І <sup>а</sup>	0,99	32	59	9	23	А (плюсовое)
2	Е. кис. (Д <sub>2</sub> )	8Е1Д1Я+Ос+Б	84	29,6	38,4	І <sup>а</sup>	0,93	31	57	12	22	А (плюсовое)
3	Е. сн. (Д <sub>3</sub> )	7Е1Д2Ос+Я+Б	89	28,9	36,7	І	0,84	26	60	14	18	Б (нормальное)
4	Е. кис. (Д <sub>2</sub> )	7Е1С1Д1Ос+Лп+Б	79	30,1	42,8	І <sup>а</sup>	0,96	28	59	13	17	Б (нормальное)
5	Е. сн. (Д <sub>3</sub> )	8Е1Д1Б+С+Кл+Ос	89	30,4	40,9	І <sup>а</sup>	0,98	26	63	11	21	Б (нормальное)
6	Е. сн. (Д <sub>3</sub> )	7Е2Б1Ос+Д	79	30,5	39,4	І <sup>а</sup>	0,95	24	66	10	20	Б (нормальное)

Участок № 4 расположен в квартале 25, в выделе 21 Круглянского лесничества ГЛХУ «Белыничский лесхоз». Древоростой одноярусный. Площадь выдела – 30,6 га; состав насаждения – 5Е1С1Д1Б2Ос+Лп; возраст – 80 ЛЕТ; средняя высота древостоя, согласно таксационному описанию – 29,0 м, а средний диаметр – 32,0 см; тип леса – ельник кисличный; тип лесорастительных условий – Д<sub>2</sub>. Насаждение произрастает по I<sup>a</sup> классу бонитета с полнотой 0,7 и имеет запас 390 м<sup>3</sup>/га. Участок № 5 расположен в квартале 32, в выделе 9 Круглянского лесничества ГЛХУ «Белыничский лесхоз». Древоростой одноярусный. Площадь выдела – 0,9 га; состав насаждения – 5Е1Д3Б1Ос+С+Кл; возраст – 85 лет; средняя высота древостоя по таксационному описанию – 29,0 м, а средний диаметр – 26,0 см; тип леса – ельник снытевый; тип лесорастительных условий – Д<sub>3</sub>. Насаждение произрастает по I<sup>a</sup> классу бонитета с полнотой 0,5 и имеет запас 270 м<sup>3</sup>/га. Участок № 6 расположен в квартале 27, выдел 4 Круглянского лесничества ГЛХУ «Белыничский лесхоз». Древоростой одноярусный. Площадь выдела – 12,5 га; состав насаждения – 6Е1Д1Б2Ос; возраст – 75 лет; средняя высота древостоя по таксационному описанию – 28,0 м, а средний диаметр – 32,0 см; тип леса – ельник снытевый; тип лесорастительных условий – Д<sub>3</sub>. Насаждение произрастает по I<sup>a</sup> классу бонитета с полнотой 0,6 и имеет запас 350 м<sup>3</sup>/га.

В результате проведенных исследований установлено, что по своим лесоводственно-таксационным показателям данные насаждения могут быть зачислены в лесосеменную базу в качестве семенных насаждений. Однако для выделения селекционного фонда одних количественных показателей недостаточно, так как они определяются, в основном, условиями места произрастания. Исследования показали, что из шести пробных площадей, заложенных в различных насаждениях, насаждения №1 и №2 можно охарактеризовать как плюсовые. Насаждения №3, №4, №5 и №6 не соответствует категории плюсовое, так как количество деревьев высокого качества в них недостаточно для полноты 0,8–1,0 (менее 30%), в результате чего данные насаждения мы отнесли к селекционной категории – Б (нормальные).

Насаждения, отнесенные к категории плюсовых, характеризуются высокой полнотой и продуктивностью, и что самое важное для плюсового насаждения, хорошей очищаемостью стволов от сучьев. Насаждения, отнесенные к категории «плюсовые», можно зачислить в селекционный фонд. Таким образом, на территории ГЛХУ «Белыничский лесхоз» в результате селекционной инвентаризации нами выделено 6,0 га плюсовых и 48,9 га нормальных еловых насаждений. Минусовых насаждений в анализируемых типах леса не выявлено.

УДК 630\*232

Студ. А.В. Мащицкий

Науч. рук. доц. Н.К. Крук

(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

**ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ ХВОЙНЫХ ВИДОВ В  
КАЛИНОВСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ ГЛХУ «ЛЮБАНСКИЙ  
ЛЕСХОЗ»**

Важное значение для планирования и производства лесных культур имеет лесорастительное районирование. В прошлом сама природа регулировала состав растительности на вырубках, других не покрытых лесом площадях. Благодаря этому, без вмешательства человека формировались насаждения, свойственные определенным лесорастительным районам. Это необходимо учитывать для правильного выбора состава создаваемых искусственных насаждений, рационального соотношения главных и сопутствующих пород, густоты посадки и размещения посадочных мест на площади, а также системы агротехнических и лесоводственных уходов. Климатические условия Любанского лесхоза благоприятны для успешного роста основных лесобразующих хвойных пород. Главными древесными породами в культурах являются сосна обыкновенная, ель европейская, лиственница европейская (польская). По механическому составу почвообразующих пород преобладают дерново-подзолистые песчаные, реже супесчаные и суглинистые почвы водно-ледникового и моренного происхождения. На территории лесхоза наиболее распространены мшистая (28,8%), черничная (22,2%), кисличная (9,6%), орляковая (9,4%) группы типов леса. Искусственно созданные насаждения составляют 21,3%, что несколько ниже республиканского показателя (22,8%), причиной является наличие заболоченных участков лесного фонда, где невозможно искусственное лесоразведение. В общей площади лесных земель преобладают хвойные породы – 63,4%, твердолиственные составляют 6,8%, мягколиственные – 29,8% от площади лесных земель. Анализ объемов лесовосстановительных работ за последние 5 лет показывает, что доля лесных культур в среднем составляет 77,0%, содействия естественного возобновления – 17,3%, естественное лесозаращивание – 5,7%. Методы лесовосстановления в Калиновском лесничестве приведены в таблице 1.

Лесные культуры создают с учетом особенностей лесорастительных условий. Ведущими факторами являются плодородие и влажность почвы. Породный состав и схемы смешения принимаются в зависимости от плодородия почв, типов леса, типов условий местопрорастания.

**Таблица 1 – Методы лесовосстановления в Калиновском  
лесничестве**

Год	Метод лесовосстановления, га					
	общая	в том числе		лесные культуры	содействие естественному возобновлению	естественное заращивание
		вырубка	прогалина, карьер, гарь и др.			
2011	9,1	7,3,	1,8	7,4	1,0	0,7
2012	17,6	16,5	1,1	15,3	1,4	0,9
2013	17,7	15,2	2,5	13,8	2,3	1,6
2014	19,0	17,1	1,9	13,3	5,3	0,4
2015	21,0	20,4	0,6	15,2	4,6	1,2

Из таблицы 1 видно, что площадь ежегодного лесовыращивания в Калиновском лесничестве варьирует за последние 5 лет, например в 2012 и 2013 годах она была примерно равная, 17,6 га и 17,7 га соответственно, по сравнению с 2014 годом, где площадь лесовыращивания составила 19,0 га. В 2015 году площадь лесных культур возросла до 21,0 га, что связано с повреждением сосны короедом-типографом, в результате чего назначаются в большинстве случаев сплошные санитарные рубки.

В целом наблюдается тенденция увеличения объема создания лесных культур в общем объеме проектируемых мероприятий по лесовосстановлению хвойных видов. Наряду с искусственным лесовосстановлением существенная роль принадлежит и естественному возобновлению, которое позволяет восстанавливать лес более просто и экономически выгодно. Естественные леса, как правило, отличаются высокой фитоценотической устойчивостью, в меньшей степени подвергаются ветровалу, воздействию вредных насекомых, болезней и других неблагоприятных факторов. Естественному возобновлению содействуют некоторые способы рубок (постепенные, выборочные), сохранение жизнеспособного подроста хозяйственно ценных пород во время рубки, при трелевке и вывозке древесины, при очистке лесосек от порубочных остатков, сохранение деревьев-семенников, минерализация почвы.

Продуктивность лесных насаждений и их породный состав зависит от почвенно-грунтовых условий участка. Плодородие почв оказывает решающее влияние на разнообразие живого напочвенного покрова, подроста, подлеска и класса бонитета древостоя.

Сведения об ежегодном лесокультурном производстве в Калиновском лесничестве за 2011–2015 гг. приведены в таблице 2.

**Таблица 2 – Лесокультурное производство в Калиновском  
лесничестве за 2011–2015 гг.**

Год	Объем лесокультурных работ, га								Приживаемость	
	Все-го	в том числе по породам, посадка							по первому году	по третьему году
		С	Е	Д	Б	Яс	Кл	Лц		
2011	7,4	5,2	0,2	0,3	1,6	–	–	0,1	91,6	87,3
2012	15,3	9,6	1,0	0,4	3,4	0,9	–	–	90,5	86,2
2013	13,8	8,4	–	–	3,9	0,5	–	1,0	87,0	80,6
2014	13,3	9,2	0,6	0,2	2,1	–	0,7	0,5	88,0	82,3
2015	15,2	10,1	1,1	0,6	2,8	–	0,4	0,2	90,8	–
Итого	65,0	42,5	2,9	1,5	13,8	1,4	1,1	1,8	–	–

Выращивание искусственных насаждений может быть успешным только при выполнении комплекса научно-обоснованных мероприятий, обеспечивающих создание экологических условий на период от получения семян с высокими наследственными качествами до формирования хозяйственно-ценных молодняков.

Создаются лесные культуры сосны в большинстве смешанными: с березой на бедных почвах, с елью и лиственницей на более богатых. Распространенная схема посадки 3,0×0,75. В лесхозе наиболее часто используются различные способы частичной обработки почвы: бороздовый, полосный, путем создания микроповышений. Бороздовый способ является самым распространенным. При его использовании почва слабо зарастает в первые два-три года сорными травами. Борозды нарезаются лесным плугом ПКЛ-70, который является универсальным лесным орудием.

На основании проведенных исследований можно сделать выводы, что перспективным является создание чистых и смешанных насаждений хвойных видов с участием лиственных древесных пород, путем создания лесных культур, а также использованием методов естественного возобновления леса, что позволит получить лесоводственный эффект.

УДК 634\*0.165

Студ. И.Л. Сацура

Науч. рук. доц. Л.Ф. Поплавская

(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

**МЕРОПРИЯТИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ  
ПОСТОЯННОЙ ЛЕСОСЕМЕННОЙ БАЗЫ СОСНЫ  
ОБЫКНОВЕННОЙ В ГЛХУ «ЧЕРВЕНСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

Повышение продуктивности и устойчивости лесов на основе более полного использования потенциальных возможностей природно-климатических и лесорастительных условий и внедрение новых интенсивных технологий лесовыращивания является залогом наращивания лесоресурсного потенциала, увеличение вклада лесного сектора в экономику Беларуси и охрану окружающей среды.

Для повышения продуктивности и устойчивости лесных насаждений необходимо чтобы семена, на базе которых будут созданы искусственные лесные насаждения, обладали не только хорошими посевными качествами, но и хорошей наследственностью. Для этого формируется постоянная лесосеменная база на селекционной основе.

Постоянную лесосеменную базу составляют аттестованные селекционно-семеноводческие и селекционно-генетические объекты.

К селекционно-семеноводческим объектам ПЛСБ относятся: лесосеменные плантации, постоянные лесосеменные участки, плюсовые насаждения, плюсовые деревья, лесные генетические резерваты, хозяйственные семенные насаждения.

К селекционно-генетическим объектам относятся: архивы клонов плюсовых деревьев, маточные плантации, испытательные культуры, географические культуры, популяционно-экологические культуры.

По состоянию на 01.01.2016 года в республике имеются следующие аттестованные объекты ПЛСБ:

– ЛСП 1 порядка – 774,55 га, в т.ч. сосны обыкновенной – 406,98 га;

– ЛСП 2 порядка – 531,26 га, в т.ч. сосны обыкновенной – 417,36 га;

– Архивных ЛСП – 8,0 га;

– Гибридно-семенных ЛСП – 11,5 га;

– Маточных ЛСП – 13,0 га;

– ПЛСУ – 295,4 га;

– Плюсовых деревьев – 3514 шт.;

– Плюсовых насаждений – 1393,3 га;

Анализ структуры и состояния постоянной лесосеменной базы Червенского лесхоза показал, что из всех возможных семенных объектов сосны обыкновенной в лесхозе имеются: лесосеменные плантации и плюсовые деревья (таблица 1).

**Таблица 1 – Структура ПЛСБ Червенского лесхоза**

Наименование объекта	Древесная порода	Показатели
Плюсовые деревья, шт	Сосна	25
Лесосеменная плантация первого поколения, га	Сосна	1,8

В лесхозе имеется 2 плантации I порядка. Одна плантация в Рованичском лесничестве, создана в 1989 году площадью 3,0 га, но т.к. часть плантации погибла в результате пожара, на данный момент площадь плантации составляет 0,8 га, вторая – в Натальевском, площадью 1,0 га, созданная в 1990 году.

Нами дополнительно выделены лучшие нормальные деревья, которые наряду с ранее выделенными плюсовыми деревьями будут являться источником вегетативного материала для создания популяционно-клоновой лесосеменной плантации. Имеющиеся клоновые плантации в лесхозе созданные на основе плюсовых деревьев, произрастающих на всей территории республики, и не отражают генофонд местной популяции сосны.

Кроме того, площадь плантаций и объемы заготовки семян не позволяют обеспечить лесхоз семенами с улучшенной наследственностью. Поэтому целью нашего проекта является проект популяционно-клоновой плантации сосны обыкновенной для получения семян с улучшенной наследственностью.

На популяционно-клоновых лесосеменных плантациях рекомендуется вегетативно размножать не отдельные плюсовые или элитные деревья, выделенные в различных лесорастительных районах и различных типах леса, а плюсовое насаждение в целом. При этом в плюсовом насаждении следует отбирать как плюсовые, так и лучшие нормальные деревья в количестве не менее 50 штук с одного гектара.

Отбор ведется по маршрутным ходам, проложенным по диагоналям участка, ширина которых должна быть равной средней ширине кроны отбираемых плюсовых и лучших нормальных деревьев. Отбор

недостающего количества лучших деревьев ведется в четырех разделенных диагональными ходами секциях по дополнительным маршрутным ходам, равноудаленным друг от друга. Ширина дополнительного маршрутного хода принимается равной ширине диагонального хода, а их количество должно быть достаточным для набора недостающих деревьев.

Все отобранные деревья подлежат размножению:

– вегетативно на популяционно-клоновой плантации, предназначенной для заготовки семян;

– семенами для оценки их семенного потомства в испытательных культурах и получения в конечном результате сорт-популяции.

Такая плантация будет создаваться на основе плюсовых и лучших нормальных деревьев, выделенных в одной популяции местного происхождения. Плантация такого типа будет отличаться большим генетическим разнообразием и приспособленностью к местным условиям.

В Червенском лесхозе культуры сосны обыкновенной ежегодно создают на площади 186 га. Средняя густота лесных культур составляет 6 700 шт. на 1 га.

Для обеспечения данного объема лесокультурных работ необходимо ежегодно выращивать 1 250 тыс. штук посадочного материала. Для выращивания посадочного материала в таких объемах потребуются 34,0 кг семян сосны. В соответствии со стратегией развития лесного семеноводства доля семян, заготавливаемых на клоновых лесосеменных плантациях должна составлять 50% от общего объема заготовки.

В таком случае нам необходимо 17 кг семян с клоновых плантаций и 17 кг с лучших популяций. В Червенском лесхозе имеется 2 клоновых плантации сосны обыкновенной первого поколения общей площадью 1,8 га.

Однако их недостаточно для обеспечения лесхоза семенами с улучшенной наследственностью. В этой связи проектируем популяционно-клоновую плантацию на основании плюсовых и лучших нормальных деревьев, выделенных в Гребенецком лесничестве.

Минимальная урожайность клоновой плантации сосны в первые годы составляет 3 кг с 1 га. С учетом периодичности плодоношения, которая для сосны составляет 3 года и с учетом имеющихся лесосеменных плантаций общей площадью 1,8 га, площадь проектируемой плантации будет равна 16,1 га.

Студ. Т.В. Слука

Науч. рук. доц. Н.К. Крук

(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

## **ПРОДУКТИВНОСТЬ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Одним из путей повышения продуктивности лесов является создание и выращивание лесных культур. При правильном их создании вырастают насаждения более продуктивные, чем естественные леса, сокращается лесовосстановительный период после рубки. Производство лесных культур позволяет выращивать насаждения необходимого видового состава и определенного целевого назначения. При создании насаждений искусственного происхождения появляется возможность использования селекционного посадочного материала.

Лесные культуры создают с учетом особенностей лесорастительных условий. Ведущими факторами являются плодородие и влажность почвы. Объектами исследований стали насаждения сосны обыкновенной искусственного происхождения в возрасте 20–25 лет различного породного состава и схем смешения, произрастающие на разных по плодородию почвах, типах леса, типе условий местопроизрастания. С целью изучения продуктивности лесных культур, были заложены 6 пробных площадей. Созданные лесные культуры в большинстве смешанные. Применяемые схемы смешения в относительно бедных 5р. С 1р.Б или 7–8р. С 2–3р. Б, в относительно богатых (В<sub>3</sub>) 4р.С 1р. Е. Распространенные схемы посадки для сосны 3,0×0,5 м или 2,5×0,75 м. Наблюдается тенденция к уменьшению густоты посадки. Обработка почвы производится не только с помощью плуга ПКЛ-70 в агрегате с трактором МТЗ-82, но и Л-134 в агрегате МТЗ-1221. Посадка леса проводится вручную под меч Колесова и механизированная посадка МП-5.

Продуктивность лесных насаждений и их породный состав зависит от почвенно-грунтовых условий участка. Плодородие почв оказывает решающее влияние на разнообразие живого напочвенного покрова, подроста, подлеска и класса бонитета древостоя.

На основании сравнения лесоводственно-таксационных характеристик можно дать оценку созданных лесных культур. Основными показателями для анализа выступают средние диаметры и высоты, число деревьев на 1га, полнота, запас насаждения. Лесоводственно-таксационная характеристика исследуемых лесных культур представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Лесоводственно-таксационная характеристика исследуемых лесных культур

III	Тип леса ТУМ	Характеристика по элементам леса												
		Ярус	Состав		Возраст, лет	Средние		Сумма площадей поперечного сечения, м <sup>2</sup> /га	Полнота	Класс бонитета	Количество деревьев, шт./га	Запас стволовой древесины, м <sup>3</sup> /га		
			Элемент леса	Коэффициент участия		диаметр, см	высота, м							
1	С. чер А <sub>3</sub>	1	С	87	25	11,8	11,2	19,63	0,70	I	1796	127		
			Б	13				11,3	10,4		3,51	0,18	344	19
				100							23,14	0,88	2140	146
2	С. чер А <sub>3</sub>	1	С	79	25	12,0	9,0	15,76	0,64	II	1400	84		
			Б	21				11,3	7,6		4,23	0,27	415	23
				100							19,99	0,91	1815	107
3	С. мш А <sub>2</sub>	1	С	100	20	10,2	8,1	21,56	0,95	I	2667	108		
4	С. мш А <sub>2</sub>	1	С	100	22	11,6	7,8	21,21	0,96	II	2007	110		
5	С. чер В <sub>3</sub>	1	С	93	22	10,7	9,5	20,77	0,82	I	2333	116		
			Б	7				8,7	5,4		1,08	0,15	307	8
				100							22,57	0,97	2640	124
6	С. мш. А <sub>2</sub>	1	С	89	25	11,3	9,9	20,07	0,77	I	1980	118		
			Б	11				9,4	9,1		2,95	0,17	415	15
				100							23,02	0,94	2395	133

Лесные культуры на участке пробных площадей №1 и №2 создавались в одинаковых ТУМ, но с разной густотой посадки. На пробной площади №1 густота почти в два раза меньше. Выбор густоты повлиял на высоту, диаметр, запас стволовой древесины. Высота на ПП№1 равна 11,2 м, тогда как на ПП№2 – 9,0 м. Бонитет соответственно I и II класс. Запас также отличается – 146 и 107 м<sup>3</sup>/га соответственно. Более редко посаженные культуры получают больше света, у них большая площадь питания для одного растения, что положительно сказывается на их развитии и росте.

Лесные культуры на участке пробных площадей №3 и №4 также создавались в одинаковых ТУМ. Культуры на ПП№4 создавались путем посева целевой породы. Здесь также видны ощутимые различия. К 20 годам на ПП№3 высота достигла 8,1 м, на ПП№4 высота 7,8 м к 22-м годам. Культуры на ПП№3 произрастают по I классу бонитета, тогда как продуктивность культур на ПП№4 оценивается немного хуже – II класс бонитета. Запасы составляют 108 м<sup>3</sup>/га на ПП№3 и 110 м<sup>3</sup>/га на ПП№4. Можно сделать следующий вывод: культуры, созданные в сухих борах посадкой на ПП№3, превзойдут по своему росту и развитию культуры на ПП№4, созданные в таких же условиях посевом.

Культуры на пробной площади №5 создавались в сосняке черничном посевом целевой породы. На данный момент культурам 22 года. Культуры на ПП№6 создавались в сосняке мшистом посадкой. Культурам 25 лет. Высота культур на пробной площади №5 составляет 9,5 м, средний диаметр 10,7 см, запас стволовой древесины равен 124 м<sup>3</sup>/га, насаждение произрастает по I классу бонитета. Состав насаждения сформировался – 9С1Б. Сосняк мшистый произрастает по I классу бонитета, состав – 9С1Б, средняя высота равна 9,9 м, запас стволовой древесины 133 м<sup>3</sup>/га.

Смешанные культуры нужно создавать посадкой в борозды 7–8 рядов семян сосны и оставлением 2–3 борозд для последующего появления в них естественного возобновления березы, что в большинстве случаев обеспечивает создание с меньшими затратами устойчивых смешанных насаждений. Береза выступает как почвоулучшающая порода, играет роль противопожарного барьера и барьера на пути распространения болезней.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что перспективным является создание чистых насаждений сосны и смешанных сосны, ели, лиственницы с участием лиственных древесных и кустарниковых пород, выращивание которых позволяет получить наибольший лесоводственный эффект.

УДК 630\*232

Студ. Е.А. Федорашко

Науч. рук. доц. Н.И. Якимов

(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СУБСТРАТА И БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА

Для выращивания лесного посадочного материала в теплицах используются субстраты на основе верхового торфа, которые способны поглощать, удерживать и порционно отдавать растениям питательные элементы. Поэтому большое значение имеет оптимальный состав минеральных элементов в субстрате для питания сеянцев.

Исследования проводились в тепличном хозяйстве Глубокского опытного лесхоза. В качестве субстрата для выращивания сеянцев в теплице используется верховой торф, в который вносятся минеральные удобрения в дозе  $N_{90} P_{120} K_{90}$ . Для анализа содержания основных элементов питания отбирались образцы субстрата с разных мест теплицы в 5-кратной повторности методом конверта. Для изучения химических свойств торфяного субстрата применялись следующие методы исследования: величина рН определялась с помощью рН-метра в солевой вытяжке  $KCl$  [1]; подвижные формы фосфора – по методу А. Т. Кирсанова колориметрическим методом в солянокислой вытяжке; подвижный аммиачный азот – колориметрическим методом в солянокислой вытяжке [2]. Результаты анализов представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Химические свойства субстрата для выращивания сеянцев в теплице**

Образцы субстрата	Оптимальное значение	Значение по результатам анализа
Влажность, %	60-70	78
Кислотность, рН	4,5-5,0	5,3
Фосфор ( $P_2O_5$ ), мг/100 г	30-40	38,2
Калий ( $K_2O$ ), мг/100 г	50-60	28,2
Ca+Mg, мг/100 г	45-55	75

Среднее содержание влаги в субстрате составило 78% на абсолютно сухую массу субстрата, что несколько выше оптимального.

Оптимальное содержание влаги составляет 60–70% и значительные отклонения от этих пределов отрицательно влияет на рост и устойчивость сеянцев. Избыток влаги приводит к снижению активности дыхания корней и даже к частичному их загниванию.

Анализ содержания основных элементов питания растений в субстрате показывает равномерное их распределение с незначитель-

ным отклонением (не более 10% по содержанию обменного калия и не более 5% по остальным элементам от среднего значения). Это говорит о правильном приготовлении субстрата и равномерном распределении элементов питания и известкового материала. При анализе содержания подвижных форм фосфора в субстрате установлено, что уровень его содержания (38,2 мг/100 г абсолютно сухого субстрата) находится в оптимальном диапазоне. Дополнительное небольшое внесение фосфорных удобрений можно рекомендовать только в качестве внекорневых подкормок во второй половине лета. Содержание обменного калия ниже в два раза ниже (28,2 мг/100 г абсолютно сухого субстрата) по сравнению с оптимальной нормой. Поэтому требуется проводить дополнительные внекорневые подкормки растворимыми калийными удобрениями в течение всего вегетационного периода. По содержанию суммы обменных оснований кальция и магния субстрат имеет превышение на 30–35% за счет проведения поливов водой с высоким содержанием этих элементов, а также при изначальном их внесении при приготовлении субстрата. В связи с этим и кислотность субстрата (рН 5,3) несколько превышает оптимальное значение рН 4,5–5,0. Поэтому рекомендуется проводить предварительное подкисление воды для полива. Одним из факторов, влияющих на биометрические показатели сеянцев, является норма высева семян. При густом стоянии сеянцев уменьшается площадь питания каждого растения и поэтому посадочный материал отстает в своем росте и развитии. В свою очередь при редких посевах уменьшается выход сеянцев с единицы площади, что является очень важным при выращивании сеянцев в теплицах. О напряженности конкурентных взаимоотношений между сеянцами можно судить по соотношению высоты к толщине корневой шейки (Н/Д). При пересадке на лесокультурную площадь сеянцы должны иметь оптимальное соотношение между высотой и диаметром корневой шейки, между массой корневой системы и массой надземной части. По данным некоторых исследователей для успешного роста пересаженных сеянцев сосны и ели соотношение между высотой сеянца в см и толщиной корневой шейки в мм должно находиться в пределах 5,0–6,0 [3]. Разная норма высева семян существенно не влияла на данный показатель у тепличных сеянцев. Величина соотношения Н/Д у сосны обыкновенной находится в пределах 5,60–5,95. Причем при увеличении нормы высева отношение Н/Д уменьшается.

Высоты сеянцев сосны в разных вариантах посева существенно не отличаются и колеблются в пределах 11,2–12,5 см. То же самое можно сказать о толщине корневой шейки – она практически не зависит от густоты посева и составляет 2,0–2,1 мм (таблица 2).

Таблица 2 – Биометрические показатели сеянцев сосны

Биометрические показатели	Величина показателей при норме высева семян на 1 м <sup>2</sup> , г.		
	6,8	11,0	14,0
Средняя высота, см	12,5	11,8	11,2
Среднее квадратическое отклонение, ±δ	1,9	2,05	2,24
Максимальная высота, см	20,5	17,5	18,0
Минимальная высота, см	4,5	4,0	3,0
Средняя толщина корневой шейки, мм	2,1	2,1	2,0
Среднее квадратическое отклонение, ±δ	0,22	0,24	0,24
Максимальная толщина корневой шейки, мм	2,8	2,7	3,0
Минимальная толщина корневой шейки, мм	1,2	1,1	0,9
Отношение Н/Д	5,95	5,62	5,60

Наиболее значительное влияние норма высева семян оказала на число сеянцев на 1 м<sup>2</sup> посевов. В посевах сосны при высевае семян с нормой 6,8 г на 1 м<sup>2</sup> количество сеянцев составляет 760 штук г на 1 м<sup>2</sup>. С увеличением нормы высева семян практически пропорционально возрастает и количество сеянцев на 1 м<sup>2</sup>. Так в посевах с нормой высева 11 г среднее число растущих сеянцев составляет 830 шт., с нормой 14 г – 980 шт.

В целом условия закрытого грунта способствуют высокой грунтовой всхожести семян. Биометрические показатели однолетних сеянцев в посевах с разной нормой высева отличаются незначительно, поэтому сеянцы в теплицах можно выращивать при высокой густоте стояния сеянцев. Однако в более редких посевах однолетние сеянцы более выровнены по высоте, а с увеличением густоты их стояния увеличивается вариация по высоте и толщине корневой шейки, что сказывается на величине выхода стандартного посадочного материала.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 11623-89. Торф и продукты его переработки для сельского хозяйства. Методы определения обменной и активной кислотности. – Введ. 1991-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1990.
2. Соколовский И.В., Домасевич А.А., Юренин А.В. Практикум по почвоведению с основами земледелия. Минск: БГТУ, 2016. 184 с.
3. Ларин В.Б., Паутов Ю.А. Формирование хвойных молодняков на вырубках. Л: «Наука», 1989. 145 с.

УДК 630\*232

Студ. А.В. Шпиганович, С.В. Кобзарь

Науч. рук. ст. преп. А.В. Юренин

(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

## **ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ИЗВЕСТКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РАСКИСЛЕНИЯ ТОРФА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЯНЦЕВ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ**

**Введение.** Основным направлением расширенного воспроизводства лесов и удовлетворения потребностей народного хозяйства в древесине является повышение их продуктивности. Обеспечение спроса на древесное сырье невозможно без своевременного восстановления лесов, что обеспечивается созданием лесных культур и содействием естественному возобновлению леса. В последнее время активно внедряется новая технология лесовосстановления – использование сеянцев с закрытой корневой системой. Она имеет свои преимущества, но не решает ряд вопросов. В частности, тема оптимизации кислотности используемого субстрата является достаточно актуальной и нуждается в дополнительной проработке, что не удивительно, учитывая отечественное происхождение основы субстрата для сеянцев. Необходимы оптимальные условия роста, или близкие к ним. Это касается и рН субстрата.

Для известкования применяются различные материалы, первоочередными различиями которых для лесохозяйственных предприятий является цена и степень воздействия на почву. Для сеянцев с закрытой корневой системой вопрос известкования очень актуален, так как основой субстрата является торф, имеющий, как правило, сильноокислую реакцию среды. Так же необходимо учитывать его поглотительную способность.

Анализируя кислотность торфа по литературным источникам, а также по данным почвенно-лесотипологических исследований лесных почв Беларуси, можно отметить большую вариацию в показателях величины рН. По данным Смоляка Л. П. кислотность торфа верховых болот Беларуси находится на уровне  $pH_{KCl}$  3,2–4,2, а по данным Ипатьева В. А. –  $pH_{H_2O}$  2,6–4,2 [1, 2]. Полученные данные Пьявченко Н. И. указывают, что кислотность верхового торфа северных регионов европейской территории составляет  $pH_{KCl}$  2,8–3,7.

По результатам работ (ГБ 15–046 «Совершенствование технологии выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой», ХД 15–019 «Разработать основные положения технических условий на субстрат для выращивания сеянцев древесных пород с закрытой корневой системой». Руководитель темы доц. Носников В.В.), известковые материалы являются обязательной составляющей оптимальной комплексной добавки для посадочного материала хвойных пород. Эти добавки не только оказывают влияние на физико-механические свойства субстрата, но и являются источником кальция для сеянцев.

**Объекты и методы исследования.** Эксперимент проводился с использованием сеянцев ели европейской однолетнего возраста, выращенной по технологии закрытой корневой системы. Густота насаждения, а так же условия среды, такие как освещенность, влажность воздуха и почвенной сме-

си и ряд других показателей оставались неизменными и соответствовали технологии выращивания. Площадка для опыта была предоставлена на базе Республиканского лесного селекционно-семеноводческого центра. Удобрения, вносимые в почвенную смесь, соответствовали ТУ ВУ 100061961.001-2015, их обычно используемый состав и соотношение не изменялись. В качестве известкового материала применялись мел и доломит в разных соотношениях, а именно:

- Опыт №1 – 100% доломита,
- Опыт №2 – 70% доломита, 30% мела,
- Опыт №3 – 50% доломита, 50% мела,
- Опыт №4 – 30% доломита, 70% мела,
- Опыт №5 – 100% мела.

Дозировка мела и доломитовой муки применялась согласно ТУ 4 кг/м<sup>3</sup>, что по предварительным расчетам создавало оптимальную реакцию среды для выращивания ели европейской с закрытой корневой системой. В качестве основных сравниваемых показателей были взяты итоговые высоты и диаметры сеянцев в конце периода выращивания. Метод исследования предполагает анализ статистических показателей пяти вариантов опыта и выделение одного наиболее развитого, желательного сильно опережающего по средним показателям варианта.

**Результаты и их обсуждение.** Очевидно, что при одинаковых условиях роста сеянцы одной породы будут иметь незначительную вариативность показателей, но при различиях по одному показателю, если он является важным для растения, амплитуда средних значений и ряда других показателей разных вариантов опыта будут отличаться в большей или меньшей степени. Итак, в ходе опыта решаются две задачи: во-первых, выясняется, влияет ли определённый признак на сеянцы в принципе, и, во-вторых, выясняется оптимальный метод влияния на рост растения через этот же признак. В данном случае влияние кислотности почвы на величину прироста сеянцев не подлежит сомнению.

Проверке подверглись только способы оптимизации кислотности, а именно был найден из пяти возможных вариантов смешения мела и доломитовой муки максимально эффективный метод приведения рН из очень сильно кислого к слабокислому. Такая кислотность почвы является оптимальной для поглощения многих минеральных веществ, улучшает физико-механические свойства субстрата, а значит, позитивно влияет на развитие корневой системы. От её объема, в свою очередь, находится в прямой зависимости размер наземной части растения.

Для оценки результатов опыта был выбран ряд критериев, характеризующих выборку, и позволяющих сравнивать результат воздействия на саженцы.

В качестве основной гипотезы была принята версия о том, что корреляционная зависимость диаметра от высоты саженцев подчиняется нормальному закону распределения, т. е. при попытке изобразить график зависимо-

сти мы получим восходящую прямую линию.

**Таблица 1 – Статистические показатели вариантов опыта**

Критерий	1	2	3	4	5
Критерий Фишера	251,88	139,38	132,12	4,16	69,79
Критерий Стьюдента	-0,77	-0,62	-0,29	32,69	0,16
Ср. значение	20,84	20,50	17,27	20,39	18,48
Ст. Отклонение.	6,33	6,01	6,04	6,81	5,69
Станд. Ошибки	1,42	1,87	1,59	6,72	2,22

Самым простым из всех критериев, но и самым ненадежным, является среднее значение. Оно дает нам представление о состоянии сеянцев в целом, так как средняя арифметическая сохраняет сумму всех наблюдений. Из неё видно, что лучше всего развиты растения первой группы, хуже всего - третьего варианта (самые низкие и тонкие саженцы).

Стандартная ошибка указывает на соответствие распределения нормальному. Значения первого варианта опыта максимально точно укладываются в предполагаемую гипотезу о нормальном распределении. При возникновении необходимости детально изучить закономерности между диаметром и высотой вариантов опыта №4 и №5 следует отвергнуть эту гипотезу и проверить любое другое распределение.

По величине стандартного отклонения можно судить о равномерности развития не отдельно взятых сеянцев, а всей группы в целом. Более приемлемым вариантом естественно будет считать группу с наименьшим отклонением от среднего, но только при условии, что остальные критерии так же можно считать лучшими или как минимум приемлемыми. Меньше всего отклонение в группе саженцев №5, т. е. все растения более - менее одинаковы, а значения диаметров и высот не имеют широкого размаха вариации.

Критерий Фишера для двух выборок оценивает нулевую гипотезу о равенстве дисперсий, а критерий Стьюдента - гипотезу о равенстве выборочных средних. Дисперсия является мерой разброса значений вокруг матожидания, и руководствоваться при выборе необходимо табличным значением – при удачном воздействии на саженец критерий будет больше табличного. Меньший критерий Стьюдента указывает на отклонение средних значений в сторону максимального, больший – минимального.

**Заключение.** Анализ ряда критериев и зависимости диаметров сеянцев от их высот показал, что для оптимизации кислотности субстрата для саженцев с закрытой корневой системой наиболее эффективно использование доломита. Использование мела не рентабельно.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Смоляк, Л.П. Болотные леса и их мелиорация / Под ред. И.Д. Юркевича. – Минск; «Наука и техника». 1969. – 209 с.
2. Пьявченко, Н.И. Болотно-лесные системы и их динамика // Н. И. Пьявченко, В. А. Коломыцев / Болотно-лесные системы Карелии и их динамика. – Л., 1980. С. 52–57.
3. ТУ ВУ 100061961.001–2015. Материал лесной посадочный хвойных пород с закрытой корневой системой. – 6 с.

Студ. Р.А. Юшук

Науч. рук. ст. преп. П.В. Тупик

(кафедра лесных культур и почвоведения, БГТУ)

### **ВЫДЕЛЕНИЕ КАНДИДАТОВ В ПЛЮСОВЫЕ ДЕРЕВЬЯ В УП «МИНСКОЕ ЛЕСОПАРКОВОЕ ХОЗЯЙСТВО»**

Производственное коммунальное дочернее унитарное предприятие «Минское лесопарковое хозяйство» (далее леспаркхоз) расположено на территории Минского, Логойского и Смолевичского административных районов, а также г. Минска. Протяженность территории леспаркхоза с севера на юг составляет 43 км, с запада на восток – 44 км. На юге, западе и северо-западе к лесным массивам Минского леспаркхоза примыкают леса Минского лесхоза, на севере – ГЛХУ «Красносельское» и Логойского лесхоза, на востоке – Смолевичского лесхоза. Согласно существующему лесорастительному районированию, Минский леспаркхоз относится к Минско-Борисовскому комплексу лесных массивов Ошмяно-Минского лесорастительного района, входящего в подзону широколиственно-еловых (дубово-темнохвойных) лесов. Южная часть леспаркхоза совпадает с северной границей ареала естественного распространения граба.

В леспаркхозе объекты постоянной лесосеменной базы отсутствуют. Но леспаркхоз располагает высокопродуктивными и высококачественными насаждениями, на базе которых можно сформировать семенные объекты для заготовки семян с улучшенной наследственностью. С этой целью был проведен массовый отбор сосновых насаждений, в результате которого были определены шесть насаждений для проведения дальнейшего группового отбора.

Насаждение № 1 расположен в квартале 215, в выделе 3 Сосненского лесничества УП «Минское лесопарковое хозяйство». Древостой одноярусный. Площадь выдела – 17,7 га; состав насаждения – 10С; возраст – 72 лет; средняя высота древостоя согласно таксационному описанию – 24 м, а средний диаметр – 26 см; тип леса – сосняк орляковый; тип лесорастительных условий – В2. Насаждение произрастает по первому классу бонитета с полнотой 0,7 и имеет запас 300 м<sup>3</sup>/га.

Насаждение № 2 расположен в квартале 209, в выделе 6 Сосненского лесничества УП «Минское лесопарковое хозяйство». Древостой одноярусный. Площадь выдела – 1,9 га; состав насаждения – 8С2Е+Б; возраст – 82 лет; средняя высота древостоя согласно таксационному описанию – 27 м, а средний диаметр – 28 см; тип леса – сосняк кисличный; тип лесорастительных условий – С<sub>2</sub>. Насаждение произраста-

ет по первому классу бонитета с полнотой 0,6 и имеет запас 300 м<sup>3</sup>/га.

Насаждение № 3 расположен в квартале 215, выделе 1 Сосненского лесничества УП «Минское лесопарковое хозяйство». Древостой одноярусный. Площадь выдела – 1,7 га; состав насаждения – 10С; возраст – 77 лет; средняя высота древостоя согласно таксационному описанию – 24 м, а средний диаметр – 28 см; тип леса – сосняк орляковый; тип лесорастительных условий – В<sub>2</sub>. Насаждение произрастает по первому классу бонитета с полнотой 0,7 и имеет запас 300 м<sup>3</sup>/га.

Насаждение № 4 расположен в квартале 212, в выделе 6 Сосненского лесничества УП «Минское лесопарковое хозяйство». Древостой одноярусный. Площадь выдела – 0,6 га; состав насаждения – 7СЗБ; возраст – 67 лет; средняя высота древостоя согласно таксационному описанию – 23 м, а средний диаметр – 24 см; тип леса – сосняк мшистый; тип лесорастительных условий – А<sub>2</sub>. Насаждение произрастает по первому I классу бонитета с полнотой 0,8 и имеет запас 320 м<sup>3</sup>/га

Насаждение № 5 расположен в квартале 204, в выделе 10 Сосненского лесничества УП «Минское лесопарковое хозяйство». Древостой одноярусный. Площадь выдела – 2,7 га; состав насаждения – 8С2Б; возраст – 90 лет; средняя высота древостоя согласно таксационному описанию – 26 м, а средний диаметр – 32 см; тип леса – сосняк мшистый; тип лесорастительных условий – А<sub>2</sub>. Насаждение произрастает по первому классу бонитета с полнотой 0,6 и имеет запас 280 м<sup>3</sup>/га.

Насаждение № 6 расположен в квартале 209, в выделе 11 Сосненского лесничества УП «Минское лесопарковое хозяйство». Древостой одноярусный. Площадь выдела – 1,9 га; состав насаждения – 5С5Е; возраст – 90 лет; средняя высота древостоя согласно таксационному описанию – 26 м, а средний диаметр – 36 см; тип леса – сосняк кисличный; тип лесорастительных условий – С<sub>2</sub>. Насаждение произрастает по первому классу бонитета с полнотой 0,7 и имеет запас 340 м<sup>3</sup>/га.

При проведении селекционной инвентаризации наряду с лесоводственно-таксационными показателями учитывались также доля участия деревьев высокого качества и низкокачественных деревьев в составе насаждений, а также очищаемость стволов от сучьев. По комплексу этих показателей и была проведена селекционная оценка насаждений.

В результате проведенных исследований выяснилось, что из шести пробных площадей заложенных в различных насаждениях, только насаждение №5 можно охарактеризовать как плюсовое. Насаждение №1, №2, №3, №4 и №6 не соответствует категории плю-

совое, так как количество деревьев высокого качества в них недостаточно, в результате чего данные насаждение мы отнесли к селекционной категории – Б (нормальные).

Насаждения, отнесенные к категории плюсовых, характеризуются высокой полнотой и продуктивностью, и, что самое важное для плюсового насаждения, хорошей очищаемостью стволов от сучьев, так как именно этот показатель относится к качественным и контролируется, в основном, генотипом дерева.

Последним этапом селекционной оценки насаждений является селекционная инвентаризация деревьев. Эту работу мы провели во всех шести насаждениях. В результате этого в насаждении №2 выделено 4 плюсовых дерева и 13 лучших нормальных деревьев; в насаждении №3 выделено 4 плюсовых дерева и 10 лучших нормальных деревьев; в насаждении №4 выделено 4 плюсовых дерева и 7 лучших нормальных деревьев; в насаждении №5 выделено 4 плюсовых дерева и 9 лучших нормальных деревьев; в насаждении №6 выделено 4 плюсовых дерева и 16 лучших нормальных деревьев.

Все выделенные плюсовые деревья расположены в Сосненском лесничестве. Для того, что бы проверить плюсовые деревья на элитность необходимо заложить испытательные культуры их семенным потомством. Для этого нами подобран соответствующий участок, который расположен в квартале 149 выделе 5,6,7 Соснеского лесничества УП «Минское лесопарковое хозяйство». Участок представляет собой вырубку 2015 г, рельеф ровный, почва – дерново-подзолистая, слабооподзоленная, контактно-оглеенная, супесчаная, на супеси рыхлой, сменяемой песком связным, подстилаемым суглинком легким моренным с глубины более 1 м. Содержание гумуса в почвенном горизонте А<sub>1</sub> почвенного разреза составляет 2,17%, а в горизонте А<sub>2</sub>В<sub>1</sub> – 0,94%. Тип условий местопроизрастания – В<sub>2</sub>. Количество пней – до 500 шт./га.

Согласно проведенным расчетам, для проверки всех выделенных плюсовых деревьев, площадь участка должна составлять не менее 0,95 га. Участок необходимо распределить на 66 делянок, из которых 60 будут являться опытными, а на оставшихся трех будет высажено семенное потомство обычных контрольных растений. Общее количество растений для испытательных культур составило 3 150 шт., из которых 3 000 шт. – потомство плюсовых деревьев, а оставшиеся 150 шт. – контрольные растения.

Таким образом, в результате выполненной работы выделен селекционный фонд, на базе которого можно организовать постоянную лесосеменную базу для УП «Минское лесопарковое хозяйство».

УДК 630\*527

Студ. А.В. Шебушев  
Науч. рук. доц. С.И. Минкевич  
(кафедра лесоустройства, БГТУ)

## **ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭМВ HAGLOF DIGITECH PROFESSIONAL И ДЕНДРОМЕТРА CRITERION RD 1000**

Электронная мерная вилка (ЭМВ) - лесотаксационный инструмент, оборудованный электронным приспособлением, предназначенным для сбора, хранения и обработки результатов измерений, профессиональный измерительный инструмент, к которому предъявляются достаточно жесткие эксплуатационные требования [1-4]. Этим требованиям вполне отвечают измерительные приборы, выпускаемые лидерами отрасли средств таксационных измерений: Шведская фирма Haglöf Sweden AB [3], финская Masser Oy [4].

В данной работе приведены некоторые результаты анализа характеристик электронной мерной вилки Haglof Digitech Professional [3], также некоторые практические результаты измерений. В отличие от механической вилки, электронная оборудована устройством для определения ширины раскрытия мерной вилки, или снятия показаний измеряемого дерева, а также компьютером для хранения и обработки данных измерений. Нами выполнен анализ практических возможностей использования электронной мерной вилкой Haglof Digitech Professional [3]. Также нами разрабатывалось практическое руководство для лесных измерений. Таким образом, руководство содержит пошаговое описание процесса измерения электронной мерной вилкой Haglof Digitech Professional: а) диаметров стволов деревьев, б) толщину сортимента.

Основные этапы регистрации и сохранения данных: а) создать новый архив, указав б) идентификационный номер, дату измерения, лесничество, № квартала, № выдела, вид рубки, долготу и широту (при необходимости). Если допущена ошибка в вводе данных ее можно исправить, путем перехода в соответствующие пункты. При измерении деревьев необходимо указывать категорию технической годности (деловой, дровяной ствол), породу. Эти показатели можно вводить с помощью, а) навигационных кнопок, б) подвижной ножки на самой мерной вилке. Сохраненную информацию можно передать на компьютер через кабель или Bluetooth [3].

Таким образом, применение электронной мерной вилки Haglof Digitech Professional позволяет повысить эффективность полевых и камеральных работ за счет, а) повышения производитель-

ности полевых лесоинвентаризационных работ и камеральной обработки данных таксации, в) уменьшения количества ошибок при проведении измерений и исключения ручной обработки данных таксации, г) высокой точности измерений с минимальными трудозатратами. Несомненно, эффективность использования ЭМВ Haglof Digitech Professional значительно повышается, если используем автоматизированную технологию сбора данных, например, в комплекте с высотомером Vertex IV, GPS приемником и пр. [4].

Нами выполнен анализ практических возможностей использования электронного дендрометра Criterion RD 1000 [5]. Аналогично, в процессе полевых таксационных работ нами разрабатывалось практическое руководство для лесных измерений с использованием комплекта оборудования реласкоп-дендрометра Criterion RD 1000 и лазерного дальномера/высотомера True Pulse 200. Электронный дендрометр Criterion RD 1000 - это высотомер, угломер, полнотомер разработанный для измерения а) диаметра дерева бесконтактным способом на расстоянии (на любой высоте), б) абсолютной полноты (с проверкой «граничных» деревьев), в) высоты дерева, на которой находится необходимый диаметр (заданное значение) [5]. Хороший результат достигается при использовании вместе с дендрометром Criterion RD 1000 дальномера True Pulse 200 (на общем штативе). Приведены некоторые результаты измерений дальномером и дендрометром Criterion RD 1000 (таблица 1).

**Таблица 1 – Результаты определения диаметра на заданной высоте дерева**

Номер объекта	Дендрометр		Дальномер
	H, м	D, см	L, м
1	1,3	39,0	8,61
	1,5	37,2	8,61
	6,0	27,3	8,61
2	1,3	41,3	14,43
	1,5	38,0	14,43
	1,6	27,0	14,43
3	1,3	47,9	13,62
	6,0	30,3	13,62
4	1,3	44,7	12,69
	6,0	31,2	12,69

Таким образом, совместное использование дендрометра Criterion RD 1000 и дальномера True Pulse 200 позволяет определить абсолютную полноту древостоя с оценкой «граничных» деревьев, дистанционно измерить диаметр, также определить высоту,

на которой находится необходимый диаметр (таблица 2), определять расстояния (в т. ч. недоступных для прямых измерений).

**Таблица 2 – Результаты определения высоты дерева для заданного диаметра**

Номер объекта	Дендрометр		Дальномер
	D, см	H, м	L, м
1	24	10,1	9,99
2	24	10,8	10,15
3	32	6,6	11,32
4	32	6,3	11,45
5	36	7,8	7,38
6	40	6,9	7,30

Таким образом, исходя из наших данных, для повышения эффективности и производительности измерений целесообразно использовать совместно комплекс инструментов: в нашем случае это совместное использование дендрометра Criterion RD 1000 и дальномера True Pulse 200, электронной мерной вилки Haglof Digitech Professional в комплекте с высотомером Vertex IV, GPS приемником [3-5]. «Бесконтактные» дистанционные измерения на основе комплекса инструментов - дендрометра Criterion RD 1000 и дальномера True Pulse 200, - позволяют производить анализ ствола растущего дерева (например, оценка выхода сортиментов, определение диаметра целевого сортимента в верхнем отрезе), оценку таксационных показателей древостоя. Особенно важны такие высокоточные измерения для оценки выхода высококачественных сортиментов (например, фанкряж дуба и пр.), показателей формы стволов на лесосеке, также при проведении специализированных научных исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Атрощенко, О.А. Лесная таксация: учебное пособие для студентов специальностей «Лесное хозяйство», «Лесоинженерное дело» / О.А. Атрощенко. – Минск: БГТУ, 2009. – 468 с.
2. Багинский, В.Ф. Лесная таксация: учебное пособие / В. Ф. Багинский. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2013. – 400 с.
3. Haglof Digitech [Электронный ресурс] / Haglof Sweden. – Режим доступа: <http://www.haglofsg.com/>. – Дата доступа: 09.03.2017.
4. Masser Products [Электронный ресурс] / Masser Precision. – Режим доступа: <http://www.masser.fi/>. – Дата доступа: 12.03.2017.
5. Criterion RD 1000. [Электронный ресурс] / Laser Technology. – Режим доступа: <http://www.lasertech.com/>. – Дата доступа: 15.03.2017.

Студ. М.С. Пастушенко  
Науч. рук. доц. С.И. Минкевич  
(кафедра лесоустройства, БГТУ)

### **АНАЛИЗ БУССОЛЕЙ ДЛЯ ЛЕСНОЙ СЪЕМКИ**

В данной работе выполнен анализ характеристик геодезических буссолой, которые возможно применить на работах по отводу и таксации лесосек в лесном хозяйстве нашей страны [1]. В настоящее время в большинстве лесохозяйственных учреждениях используется буссоль геодезическая (БГ-1). Данная буссоль зарекомендовала себя как надежный прибор, кроме того продолжительным сроком использования в лесном деле – более 30 лет. Несмотря на столь почтенный возраст, эта буссоль и сегодня обеспечивает выполнение повседневных работ по лесной съемке в лесничествах.

В настоящее время данная буссоль производится на Украине. При проведении съемки буссоль устанавливается на штатив. Недостатком является недостаточное демпфирование магнитной системы, а это значит, что для снятия показаний требуется некоторое время.

Следующим объектом исследования являлась буссоль топографическая круговая (БТК-1). Буссоль разрабатывалась для применения при топографических и лесоустроительных работах [1].

Позволяет производить построение прямых углов, определять румбы, азимуты, измерять горизонтальные углы. Большой диаметр шкалы буссоли по сравнению с БГ-1 обеспечивает более точное снятие показаний. Магнитная система буссоли лучше демпфирована чем в предыдущей буссоли, в результате чего мелкие колебания магнитной стрелки быстрее угасают, вследствие чего продолжительность измерений уменьшается.

Буссоль АР-1 в сравнение с буссолями БГ-1 и БТК-1 имеет меньшие размеры. В отличие от классической конструкции буссоли со шкалой измерений в 360°, в АР-1 для определения направления магнитного меридиана используется ориентир-буссоль. Поэтому при подготовке к работе нет необходимости ориентировать шкалы, так как нулевой штрих совпадает с магнитным меридианом.

Также буссоль позволяет ориентироваться на местности, служит для построения горизонтальных углов на местности, измерять магнитные азимуты. Кроме буссолой, производства соседних стран, в данной работе рассмотрены зарубежные производители, а именно страны Скандинавии. Suunto Oy – финская компания, спе-

циализирующаяся на производстве наручных спортивных часов, дайв-компьютеров, компасов и другого точного оборудования для активного образа жизни; SILVA – компания была создана в Швеции в начале 30-х годов XX века.

В настоящее время фирма SILVA является одним из крупнейших производителей морского навигационного оборудования, а также беговой одежды, обуви, компасов для спортивного ориентирования, и другого инвентаря для туризма, мультиспорта и активного отдыха [2, 3].

В таблице 1 приведены некоторые характеристики анализируемых приборов.

**Таблица 1 – Характеристика рассмотренных бусселей**

Название	Размеры, мм	Вес, г	Цена, EUR
БГ-1	112x112x170	450	135
АР-1	100x140x140	500	70
БТК-1	125x120x50	500	Нет данных
Sunto KB-14	75x50x16	108	150-180
Suunto Tandem	150x75x16	180	180-250
Silva Sight Master	75x53x16	110	120-150
Silva Survey Master	160x54x16	230	100
Silva Laser Master	170 x53x16	300	Нет данных

Основные разработки производителей (буссоли): Suunto KB-14 - высокоточная ручная буссоль для работы без штатива. Модель специально разработана для использования работниками лесного хозяйства, геодезистами и геологами; Suunto Tandem - прибор объединяет в одном анодированном алюминиевом корпусе точную буссоль и высотомер.

Таким образом, совмещая два прибора в одном корпусе, Suunto Tandem является эффективным решением для задач, связанных с отводом лесосек: угломерная съемка лесосеки, определение величины уклона измеряемой линии, замер высот деревьев [1]; Silva Sight Master - ручная буссоль высокой точности. Конструктивно буссоль выполнена в анодированном алюминиевом корпусе карманного размера; Silva Survey Master - патентованная технология объединения двух измерительных приборов в одном корпусе (высотомера Clino Master и буссоли Sight Master); Silva Laser Master - специально разработанный прибор для выноски в натуру прямолинейных границ лесохозяйственных объектов. Прибор состоит из высокоточной буссоли и калиброванного лазера [3].

Необходимо отметить, что в настоящее время широко используются средства спутникового глобального позиционирования в различных отраслях деятельности. Разработки РУП «Белгослес», также НП ОДО «БЕЛИНВЕСТЛЕС» уже продолжительный срок используются в лесном хозяйстве Беларуси, в большей степени геоинформационные системы [4, 5].

Последними разработками являются мобильные ГИС с возможностью спутниковой навигации, программное обеспечение «Система спутниковой навигации для отвода и таксации лесосек, оценки границ лесных площадей с использованием средств глобального спутникового позиционирования (GPS, ГЛОНАСС)», которое работает на базе геоинформационной системы «Formar 4.0».

Контур участка леса (либо любого другого объекта) из GPS-приемника через обменный текстовый файл автоматически вводится в ГИС лесничества или лесхоза (план лесосеки - в ГИС) [5].

Таким образом, в настоящее время буссольная съемка является основным видом съемки, используемой в практике лесного хозяйства. Активное внедрение ГИС-систем в лесном хозяйстве страны, решение задач по обновлению цифровых карт уже сегодня требуют использования новых технологий и нового измерительного оборудования. Данный вопрос следует рассматривать как с точки зрения повышения точности лесных измерений, так и с позиции повышения эффективности работ по сбору и обработке полевого материала.

Вместе с тем можно сказать, что буссоль по-прежнему «остается в строю», используется как простой и надежный инструмент для выполнения лесной съемки [1].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Атрощенко, О.А. Лесная таксация: учебное пособие для студентов специальностей «Лесное хозяйство», «Лесоинженерное дело» / О.А. Атрощенко. – Минск: БГТУ, 2009. – 468 с.
2. Suunto Collections [Электронный ресурс] / Suunto. – Режим доступа: <http://www.suunto.com/>. – Дата доступа: 17.03.2017.
3. SILVA Products [Электронный ресурс] / SILVA. – Режим доступа: <http://silva.se/>. – Дата доступа: 22.03.2017.
4. РУП «Белгослес». Выполняемые работы. [Электронный ресурс] / РУП «Белгослес». – Режим доступа: <http://belgosles.by/>. – Дата доступа: 25.03.2017.
5. НПО «Белинвестлес». Демонстрационные версии. [Электронный ресурс] / НПО «Белинвестлес». – Режим доступа: <http://belinvestles.by/>. – Дата доступа: 27.03.2017.

Студ. Д.А. Децук  
Науч.рук. доц. О.А. Севко  
(кафедра лесоустройства, БГТУ)

**ФОРМИРОВАНИЕ СОСНЯКОВ МШИСТЫХ  
ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ  
РЕЖИМАХ ЛЕСОВЫРАЩИВАНИЯ  
В ГЛХУ «ДРОГИЧИНСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

В данной работе изучается влияние рубок ухода на основные показатели сосновых древостоев, их продуктивность и сортиментную структуру вырубаемой древесины в Дрогичинском лесхозе.

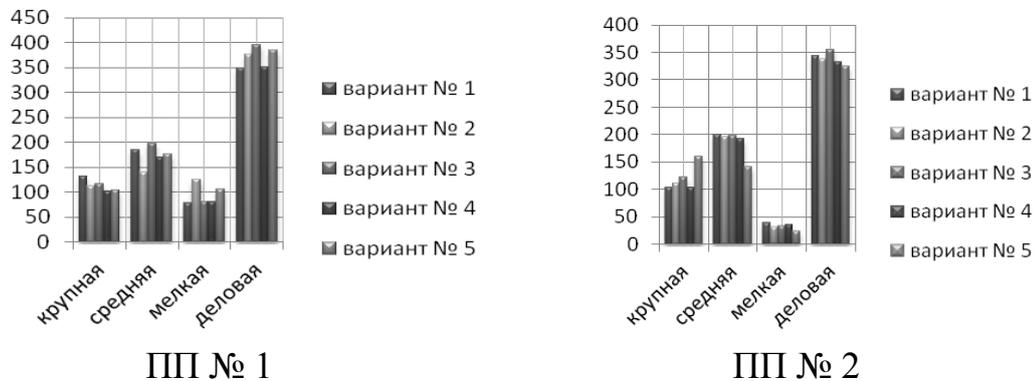
Исследованию подлежат две пробные площади (ПП), заложенные в высокополнотных сосняках мшистых II-го класса бонитета, отобранные в различных кварталах Белозерского лесничества. ПП № 1 заложена в 13 выделе 21 кв., представляет собой лесные культуры, состав 10С+Б, возраст 37 лет, средний диаметр насаждения – 13,2 см, высота – 12,7 м; ПП № 2 находится в 8 выделе 20 кв., лесным культурам 49 лет, состав 10С +Б, диаметр – 16,8 см, высота – 16,3 м.

Обработка экспериментальных данных пробных площадей проводилась с помощью программного обеспечения «В помощь лесоводу», дальнейшие расчеты – с использованием имитационного моделирования, позволяющего найти оптимальный режим проведения рубок ухода. Основной задачей имитационного моделирования при этом является разработка программ рубок ухода, а именно, показателей, регламентирующих рубки ухода для достижения поставленной цели лесовыращивания (максимум общей производительности за оборот рубки и максимум выхода деловой крупномерной древесины).

Программы формирования оптимальной производительности сосновых древостоев разработаны с учетом имеющихся рекомендаций А.М. Кожевникова (1973, 1990) и данных зарубежных исследователей. Основным нормативным документом является «Правила рубок в лесах Республики Беларусь».

При помощи имитационной системы моделирования роста и производительности насаждений были проведены многовариантные расчеты выхода древесины при различных режимах рубок ухода. Определенная интенсивность и повторяемость рубок подбирались для каждого древостоя индивидуально так, чтоб за период выращивания леса был получен наибольший выход деловых сортиментов. Исходными данными, для отображения процесса роста древостоя без рубки, послужили таблицы хода роста В. Ф. Багинского [1].

Было рассмотрено по пять вариантов программ рубок ухода с различной интенсивностью и повторяемостью (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Объем древесины, полученный при проведении различных вариантов рубок ухода на пробной площади № 5**

В результате расчетов получена таксационная характеристика и сортиментная структура вырубаемой части древостоев при каждой рубке ухода и рубке главного пользования. На ПП № 1 уходы проектируются интенсивностью 10–25% и повторяемостью 10 и 25 лет. В результате выход деловой древесины за весь период лесовыращивания составил: крупной – 33,2%, средней – 46,9% и мелкой – 19,9%. На ПП № 2 уходы проектируются интенсивностью 10–15% и повторяемостью 10 и 25 лет, в этом случае прогнозируется выход деловой крупной древесины к возрасту спелости 34,8%, средней древесины – 56,0%, а мелкой – 9,2%.

Для детальной оценки вырубаемой древесины проведен расчет сортиментной структуры по сортиментным таблицам «Гомельлеспроект» и сортиментным таблицам Н.П. Анучина (таблицы 1, 2).

Рассмотрев полученный материал, можно заметить, что правильно выбранная интенсивность и повторяемость программ формирования древостоев обеспечили наибольший выход деловой древесины. В результате проведения рубок ухода к возрасту главной рубки мы можем получить насаждение с более высокими таксационными показателями и с более высоким выходом деловой древесины. Данная ситуация позволяет нам сделать следующие выводы:

1) правильное и своевременное проведение рубок ухода дает возможность формировать высокопродуктивные древостои с выходом деловой древесины в 1,5–2 раза превосходящей выход деловой древесины при неправильном проведении рубок ухода, либо при отсутствии рубок ухода;

**Таблица 1 – Сортиментная структура вырубаемой древесины  
(по сортиментным таблицами «Гомельлеспроект»)**

Пробная площадь	Возраст рубок, лет	Диаметр вырубаемой части, см	Число стволов, шт.	Деловая древесина, м <sup>3</sup>								
				Пиловочник	Балансы	Подтоварник	Бревна столбов линейной связи	Фанерный край для строгания	Фанерный край для лущения	Дрова	Итого	
1	40	9,2	958	–	20,1	–	–	–	–	–	10,5	30,6
	55	13,7	433	–	29,4	6,5	–	–	–	–	9,1	45,0
	70	18,8	43	4,2	–	3,7	–	–	–	–	1,3	9,2
	100	28,3	474	33,7	–	71,6	57,4	53,6	83,9	23,2	323,4	
За период выращивания				37,9	49,5	81,8	57,4	53,6	83,9	44,1	408,2	
2	60	15,7	132	13,2	2,2	–	–	–	–	–	3,4	18,8
	75	18,8	99	4,7	–	4,3	–	–	10,8	3,3	23,1	
	100	27,8	494	35,1	–	74,6	59,7	55,8	87,4	24,2	336,8	
За период выращивания				53,0	2,2	78,9	59,7	55,8	98,2	30,9	378,7	

**Таблица 2 – Сортиментная структура вырубаемой древесины  
(по сортиментным таблицами Н.П. Анучина)**

Пробная площадь	Возраст ухода, главной рубки, лет	Диаметр вырубаемой части, см	Число стволов, шт.	Деловая древесина, м <sup>3</sup>						
				Пиловочник	Шпальник	Строй. бревно	Балансы	Рудстойка	Дрова	Итого
2	40	9,2	958	–	–	–	19,2	19,2	9,6	48,0
	55	13,7	433	–	–	–	30,3	13,0	4,3	47,6
	70	18,8	43	–	–	2,2	4,3	1,7	0,4	8,6
	100	28,3	474	180,2	–	52,1	47,4	23,7	4,7	308,1
За период выращивания				180,2	–	54,3	101,2	57,6	19,0	412,3
5	60	15,7	132	–	–	1,3	11,9	4,0	1,3	18,5
	75	18,8	99	7,9	–	5,0	5,0	2,9	1,0	21,8
	100	27,8	494	187,7	–	54,3	49,4	24,7	4,9	321,0
За период выращивания				195,6	–	60,6	66,3	31,6	7,2	361,3

2) использование имитационного моделирования позволяет эффективно проектировать программы формирования еловых древостоев с максимальной полезностью лесопользования, прогнозировать получение выхода деловой древесины, а также ориентировать ведение лесного хозяйства на получение определенного вида сортиментов в зависимости от рынков сбыта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Нормативные материалы для таксации леса Белорусской ССР: утв. Гослесхозом СССР 17.06.1982 – М.: ЦБНТИ, 1984. – 306с.

УДК 630\*624

Студ. Соловей Ю.Ю., студ. Пархомчик Д.И.  
Науч. рук. ст. преп. Н.Я. Сидельник  
(кафедра лесоустройства БГТУ)

### **ПОВЫДЕЛЬНАЯ КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СОСНОВЫХ ЛЕСОВ В ГИС «ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ»**

В условиях интенсивного лесного хозяйства особенно необходимы ГИС при учете текущих изменений в лесном фонде, актуализации и прогнозе лесного фонда, нормировании размера пользования лесом, регулировании породной и возрастной структуры лесов. Геоинформационная система «Лесные ресурсы» позволяет ежегодно получать актуализированную достоверную информацию по каждому участку леса в лесхозе с учетом текущих изменений, произошедших в лесном фонде (рубки леса, лесовосстановление, пожаров, стихийных бедствий). В связи с этим актуальным вопросом является выполнение качественной оценки сосновых лесов в ГИС «Лесные ресурсы» для целей лесного кадастра по каждому участку леса (таксационному выделу). Это позволит оперативно оценивать и производить повыдельный мониторинг использования продуктивности лесов с использованием ГИС-технологий.

Одной из составляющих государственного лесного кадастра является качественная фактическая и потенциальная оценка земель (бонитировка). Бонитировка почв представляет собой оценку свойств почв, устойчиво коррелирующих с продуктивностью лесонасаждений, качественными показателями (баллами). Эта оценка устанавливает относительную пригодность почв для выращивания на них тех или иных лесобразующих пород. Показатели качественной оценки определяются для сопоставления лесных почв по их производительной способности в абсолютных ( $\text{м}^3/\text{га}$ , руб./га) и относительных (в баллах) величинах [1]. Критерием оценки является экономическая продуктивность единицы площади лесных земель в среднем за год оборота рубки. В нашем случае, проведена повыдельная качественная оценка естественного плодородия лесных почв спелых сосновых древостоев ГЛХУ «Молодечненский лесхоз» на основе фактической и потенциальной продуктивности, независимо от экономических условий. Потенциальная продуктивность спелых сосновых древостоев определена на основании таблиц хода нормальных сосновых древостоев (В.Ф. Багинский, Ф.П. Моисеенко) [1, 2]. Использование ГИС «Лесные ресурсы» позволяет, помимо определения средних показателей для всего лесхоза, выполнить повыдельно бонитировку спелых сосновых выделов, т.е. вычислить показатели качественной оценки для каждого выдела в базе данных и пространственно отобразить их на территорию лесхоза.

Для этого нужно добавить показатели качественной оценки (например, коэффициент использования) спелых сосновых древостоев в стандартную форму просмотра базы данных ГИС «Лесные ресурсы» (рис. 1).

**Рисунок 1 – Стандартная форма просмотра по выделной базе данных ГИС «Лесные ресурсы»**

Схема добавления показателей качественной оценки в атрибутивную базу данных ГИС «Лесные ресурсы» состоит из нескольких этапов. Первый из которых, внесение изменений в следующие файлы базы данных:

- а) GIS\ Bases\ Молодечненский лесхоз\ Молодечненский.db;
- б) GIS\ Bases\ Молодечненский лесхоз\ Молодечненский СОСТ.db;
- в) GIS\ Bases\ Молодечненский лесхоз\ Sprav\ spfield.db;
- г) GIS\ Bases\ Молодечненский лесхоз\ Sprav\ sptab.db. [3]

В рамках данной технологии работ необходимо добавить следующий показатель качественной оценки (коэффициент использования) в по выделную базу данных лесхоза: FieldName – KI; Text – Коэффициент использования; EdIzm – %; SpNum – 0; Short Text – Коэф\_исп.

В результате в макете «Основные показатели» стандартной формы просмотра по выделной базе данных ГИС «Лесные ресурсы» появится созданный показатель (рис. 2).

**Рисунок 2 – Показатель качественной оценки в измененной стандартной форме просмотра базы данных ГИС «Лесные ресурсы»**

После добавления показателя коэффициента использования в по выделную базу данных, с помощью генератора отчетов (MS Excel) создаем форму отчета для формирования исходных данных из

ГИС «Лесные ресурсы», где рассчитываются все требуемые показатели [2] (второй этап) для выполнения качественной оценки (рис. 3).

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with a grid of data. The columns are labeled with letters from A to AR, and the rows are numbered from 34 to 301. The data consists of multiple columns of numbers and some text, organized in a structured manner. The spreadsheet is titled 'Молодечненский лесхоз' and is in the 'Лесхоз' workbook. The interface includes standard Excel menus like 'Главная', 'Вставка', 'Ссылки', etc.

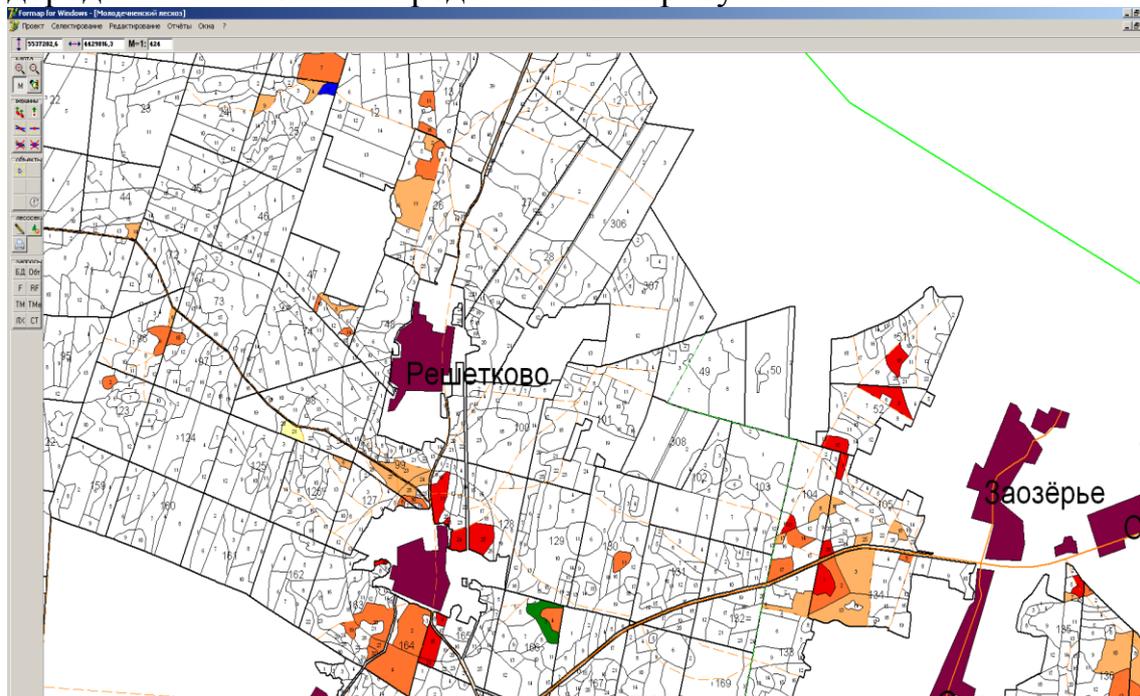
**Рисунок 3 – Форма MS Excel для повыделельной бонитировки спелых сосновых древостоев ГЛХУ «Молодечненский лесхоз»**

Заполнение сформированной повыделельной базы данных для новых показателей осуществлялось в MS Excel, посредством ввода формул для расчета созданного показателя (третий этап). Преобразование (конвертация) полученной атрибутивной базы данных в формат paradox выполняется средствами программы MS Access (четвертый этап).

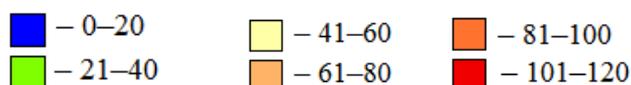
Для правильной работы фильтров и тематических карт в ГИС «Лесные ресурсы» необходимо наличие также второго файла базы данных. Для этого необходимо использовать Microsoft Office или специализированные утилиты для работы с таблицами баз данных в формате paradox, например, DataBase Workshop. Для приведения атрибутивной базы данных в соответствие с требованиями ГИС «Лесные ресурсы» необходимо сохранить ее структуру. С этой целью и также для обеспечения целостности картографической и атрибутивной баз данных для импорта информации в ГИС «Лесные ресурсы» используются ключевые поля.

Структура базы данных геоинформационной системы предполагает связь картографической и повыделельной баз данных по 3 ключевым полям: номеру лесничества, номеру квартала и номеру выдела (пятый этап). Повыделельная качественная оценка сосновых древостоев

Секция лесохозяйственная  
с использованием ГИС «Лесные ресурсы» ГЛХУ «Молодечненский  
лесхоз» на основании коэффициента использования почвенного пло-  
дородия лесных земель представлена на рисунке 4.



Коэффициент использования почвенного плодородия:



**Рисунок 4 – Пovyдельная качественная оценка сосновых древостоев ГЛХУ «Молодечненский лесхоз» с использованием ГИС-технологий (фрагмент карты в ГИС «Лесные ресурсы»)**

В результате можно оценить пространственное расположение спелых сосновых выделов и определить, какие из них находятся в угнетенном состоянии (коэффициент использования больше 1,0 (100)), чтобы уменьшить для них лесохозяйственную и рекреационную нагрузку.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Янушко, А.Д. Хозрасчет и эколого-экономическая оценка земельных и лесных ресурсов в лесхозах Беларуси /А.Д. Янушко, М.М. Санкович, Б.Н. Желиба. – Минск «Урожай», 1993. – 148 с.
2. Атрощенко, О.А. Управление лесами и лесными ресурсами: учеб. пособие / О.А. Атрощенко, Н.П. Демид, Н.Я. Сидельник. – Минск: БГТУ, 2014. – 83 с.
3. Сидельник, Н. Я. Определение прироста по запасу сосновых древостоев в ГИС «Лесные ресурсы» / Н. Я. Сидельник // Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. – 2008. Вып. XVI. – С. 93–97.

УДК 630\*624

Студ. Поплевко С.А., Акимова Е.А.  
Науч. рук. ст. преп. Н.Я. Сидельник  
(кафедра лесоустройства БГТУ)

## **КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ ГЛХУ «МОЛОДЕЧЕНСКИЙ ЛЕСХОЗ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

Для организации рационального пользования лесами, их воспроизводства, охраны и защиты, планирования развития лесного хозяйства и размещения лесосечного фонда за счет государства проводится государственный учет лесов и в установленном порядке ведется государственный лесной кадастр. Объектами государственного лесного кадастра являются леса и покрытые ими земли, а также лесные земли, не покрытые лесом, и нелесные земли, образующие лесной фонд. Формы учетной документации государственного лесного кадастра дают характеристику лесного фонда для экономической оценки лесных ресурсов лесного фонда РБ.

Основными компонентами информационной базы для ведения учетной документации государственного лесного кадастра являются: регистры кадастровой информации, которые включают всестороннюю характеристику конкретного участка лесного фонда (таксационный выдел) и обобщенную на разных уровнях информацию о лесном фонде; картографические материалы лесоустройства. В качестве исходной информации используются материалы лесоустройства, почвенных и геоботанических обследований, а также отраслевая ГИС «Лесные ресурсы» и другая учетная и отчетная документация [1].

Для целей лесного кадастра объектом оценки являются лесные земли и древесный запас растущего леса. В отношении терминов оценки земли выделяют два вида: качественная оценка (бонитировка) почв по их естественному плодородию; экономическая оценка земли как важнейшего средства производства в лесном хозяйстве [2].

Данная оценка лесных земель рассматривается как единый процесс определения производительной способности земель, обусловленной естественными и приобретенными свойствами почв, местоположением участка и интенсивностью производства. Бонитировка почв устанавливает их относительную пригодность для выращивания основных лесобразующих пород в республике. Экономическая оценка лесных земель характеризует их производительную способность как средства производства с помощью системы стоимостных показателей (коэффициент хозяйственной ценности, цена балла) [2].

В Республике Беларусь предложено две системы эколого-

экономической оценки лесов и лесных земель (А.Д. Янушко, М.М. Санкович), по которым выполняется качественная и экономическая оценка лесных земель [2]. Качественная оценка сосновых древостоев ГЛХУ «Молодечненский лесхоз» выполнена с использованием функциональных возможностей и актуализированной повыделной базой данных ГИС «Лесные ресурсы».

Рассчитывается качественная фактическая и потенциальная оценка земель представляет собой оценку свойств почв, устойчиво коррелирующих с продуктивностью лесонасаждений ( $\text{м}^3/\text{га}$ , руб./га), качественными показателями (баллами). Эта оценка устанавливает относительную пригодность почв для выращивания на них тех или иных лесобразующих пород. Потенциальная продуктивность спелых сосновых древостоев определена на основании таблиц хода нормальных сосновых древостоев (В.Ф. Багинский, Ф.П. Моисеенко) [3]. Критерий оценки – экономическая продуктивность единицы площади лесных земель в среднем за год оборота рубки. Ввиду сложности одновременного учета всех видов лесных ресурсов бонитировочная оценочная шкала составляется в разрезе ТУМ.

Для качественной оценки сосновых лесов нужно выделить спелые сосновые выдела по группам (в Молодечненском лесхозе все леса относятся к I группе) и типам леса с использованием ГИС «Лесные ресурсы». Каждый выдел произрастает в определенном ТУМ, который имеет свой балл для древесной породы. Максимальная продуктивность древостоев за оборот рубки для сосновых лесов I группы – 120 лет показывает потенциальную производительность данных условий местопроизрастания. С этой целью были установлены средние таксационные показатели в зависимости от бонитета [3].

Для качественной оценки лесных почв Беларуси проф. А.Д. Янушко принял за 100 баллов максимальную экономическую продуктивность дубового древостоя в возрасте главной рубки в условиях снытевого типа леса [1]. Объектом исследования являются сосновые древостои, в качестве максимального показателя экономической эффективности используется значение для максимально продуктивного соснового насаждения в наиболее благоприятных условиях местопроизрастания – сосняк кисличный, произрастающий по Ia классу бонитета. Его экономическая эффективность составила в I группе лесов – 80,8 руб./га.

Для характеристики степени использования потенциальных возможностей лесных земель используют коэффициент использования почвенного плодородия. Результаты качественной оценки сосновых древостоев ГЛХУ «Молодечненский лесхоз» представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Качественная оценка спелых сосновых древостоев  
ГЛХУ «Молодечненский лесхоз»**

Тип леса	Площадь, га	Фактическая продуктивность			Потенциальная продуктивность			$K_{исп}$
		$\mathcal{E}_i$ , руб.	$B_i$ , %	общий балл	$\mathcal{E}_i$ , руб.	$B_i$ , %	общий балл	
С. брусничный	34,2	51,3	63	2 155	61,7	76	2 599	0,83
С. вересковый	215,5	43,2	53	11 422	43,7	54	11 637	0,98
С. долгомошный	10,2	44,1	54	551	60,7	75	765	0,73
С. кисличный	49,4	61,4	76	3 754	80,8	100	4 940	0,76
С. мшистый	483,7	53,6	66	31 924	61,1	76	36 761	0,88
С. орляковый	56,2	63,0	78	4 384	77,7	96	5 395	0,81
С. приручейно-травяной	3,2	48,8	60	192	61,6	76	243	0,79
С. черничный	126,0	55,9	69	8 694	60,2	74	9 324	0,93
С. осоковый	2,5	12,1	15	38	17,9	22	55	0,68
С. багульниковый	2,0	11,9	15	30	13,3	16	32	0,90
Итого	982,9	–	64	63 143	–	73	71 752	0,88

Фактическая продуктивность сосновых древостоев ГЛХУ «Молодечненский лесхоз» оценивается в 63 143 балла. Потенциальная продуктивность сосновых древостоев I группы лесов – 71 752 балла. Потенциальные возможности сосновых древостоев лесхоза используются только на 88%. Лесохозяйственная деятельность должна быть направлена на максимальное использование почвенного плодородия и тем самым увеличивать доходность лесного хозяйства.

Экономическая оценка древесных запасов на корню (табл. 2) проведена по таксам на древесину основных лесобразующих пород.

**Таблица 2 – Экономическая оценка древесных запасов сосновых лесов ГЛХУ «Молодечненский лесхоз»**

Тип леса	Общая площадь, га	Общий запас, м <sup>3</sup>	Экономическая оценка запаса, тыс. руб.	Средняя стоимость 1 м <sup>3</sup> , руб.	Средняя стоимость 1 га, руб.
С. брусничный	34,2	9 107	128,4	14,10	3 754,6
С. вересковый	215,5	47 109	592,6	12,58	2 750,0
С. долгомошный	10,2	2 272	28,6	12,58	2 802,1
С. кисличный	49,4	13 878	197,2	14,21	3 992,0
С. мшистый	483,7	125 276	1 775,2	14,17	3 670,0
С. орляковый	56,2	17 010	241,7	14,21	4 300,9
С. приручейно-травяной	3,2	702	9,9	14,17	3 108,5
С. черничный	126,0	32 722	464,3	14,19	3 685,1
С. осоковый	2,5	425	2,5	5,99	1 018,3
С. багульниковый	2,0	260	1,4	5,5	715,0
Итого	982,9	248 761	1 091,6	13,8	3 501,8

Оценивание выполнено с использованием качественной цифры в зависимости от средних таксационных показателей исследуемых спелых сосновых древостоев ГЛХУ «Молодечненский лесхоз» на основании товарных таблиц [3]. Оценка проведена в разрезе типов условий произрастания покрытой лесом площади лесхоза с использованием ГИС «Лесные ресурсы» (табл. 2).

В результате общая экономическая стоимость древесного запаса спелых сосновых древостоев ГЛХУ «Молодечненский лесхоз» (табл. 2) составляет 1 091,6 тыс. руб или 562,9 тыс. долларов США (по курсу НБ РБ на 30.01.2017 г.). Средняя стоимость одного гектара земли спелых сосновых древостоев ГЛХУ «Молодечненский лесхоз» составляет 3 501,8 руб. или 1 805,6 долларов США. Средняя стоимость 1 м<sup>3</sup> древесины в спелых сосновых древостоях равна 13,8 руб. или 7,1 доллара США.

Эффективность использования лесных ресурсов, а также увеличение объема лесопользования во многом определяются возрастной структурой лесного фонда.

Используя материалы распределения покрытой лесом площади по типам леса и породам, а также шкалу качественной оценки по потенциальной и фактической продуктивности, можно решать вопросы повышения общей продуктивности лесов на перспективу.

Материалы качественной оценки могут быть использованы для повышения общей продуктивности лесов за счет замены одних пород другими, что может привести к наибольшему экономическому эффекту.

Достижение оптимальной породной структуры может быть решено в течение оборота рубки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция о порядке ведения и предоставления юридическими лицами, ведущими лесное хозяйство, учетной документации государственного лесного кадастра и порядке использования его информационных ресурсов: утв. постановлением Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 09.12.2005 г. № 46. – Минск, Дикта, 2005. – 8 с.

2. Янушко, А.Д. Хозрасчет и эколого-экономическая оценка земельных и лесных ресурсов в лесхозах Беларуси /А.Д. Янушко, М.М. Санкович, Б.Н. Желиба. – Минск «Урожай», 1993. – 148 с.

3. Атрощенко, О.А. Управление лесами и лесными ресурсами: учеб. пособие / О.А. Атрощенко, Н.П. Демид, Н.Я. Сидельник. – Минск: БГТУ, 2014. – 83 с.

Студ. А.В. Шебушев  
Науч. рук. доц. С.И. Минкевич  
(кафедра лесоустройства, БГТУ)

## **АНАЛИЗ ЛЕСОТАКСАЦИОННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ВЫБОРОЧНОЙ ТАКСАЦИИ ЛЕСА**

В данной работе выполнен анализ характеристик некоторых доступных лесотаксационных инструментов; проведены опытные работы по их использованию, предоставлены краткие результаты замеров.

Ниже приводится краткая характеристика некоторых лесотаксационных высотомеров. Высотомер-угломер лесной (ВУЛ-1) состоит из корпуса с нанесенными на него шкалами, дальномера и базисной ленты [1].

Предназначен для измерения высоты деревьев на расстоянии 15-20 м. Высотомер карманный типа ВК-1 предназначен для измерения высоты различных объектов. Имеется в нескольких модификациях. Высотомер клинометр механический Suunto PM-5 предназначен для измерения высоты деревьев и других объектов на расстоянии 15-20 м [2]. Расстояние до объекта откладывается мерной лентой. Снимается 2 отсчета: первый - на комлевою часть дерева, второй – на вершину дерева, вычисляется высота объекта.

Электронный угломер-высотомер НЕС (Haglof Sweden НЕС) применяется для измерения высоты и углов, характеризуется низким энергопотреблением [3]. Haglof VERTEX IV/360 (дальномер/высотомер электронный VERTEX IV/360) предназначен для измерения высот объектов, также расстояний до объекта, замер радиуса пробных площадок; используется ультразвук для измерения дистанции. Высота вычисляется тригонометрически с использованием переменных, полученных при измерении угла и дистанции [1].

На основании нашего опыта можно заключить, что наиболее практичный высотомер для быстрых измерений высоты объекта (дерева) это электронный угломер-высотомер НЕС от компании Haglof, (прост в использовании, автоматически вычисляет высоту дерева, имеется подсветка экрана). В то же время для решения задач инвентаризации леса, сбора и обработки большого количества экспериментального материала целесообразно использование электронного дальномера-высотомера VERTEX IV/360. При проведении выборочной инвентаризации леса в Скандинавских странах чаще используется дальномер/высотомер электронный VERTEX IV/360 [1].

Некоторые результаты измерений приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Результаты измерений высоты объекта разными  
высотомерами**

Марка инструмента	Исполнитель	Базис, м	Отчёт на низ, м	Отчёт на верх, м	Высота объекта, м
Haglof Sweden НЕС	№1	10	1,8	2	3,8
		10	1,8	2,2	4
		10	1,6	2,3	3,9
	№2	10	1,5	2,1	3,6
		10	1,7	2,2	3,9
		10	1,7	2,3	4
Haglof VERTEX	№1	10,9	4,4		4,4
		10,9	4,1		4,1
		10,9	4,2		4,2
	№2	10,9	4,4		4,4
		10,9	4,3		4,3
		10,9	4,4		4,4
SUUNTO	№1	16	1,8	2,1	3,9
		15	2	2	4
		15	1,9	2	3,9
	№2	15	1,8	2,1	3,9
		15	1,8	2	3,8
		15	1,9	2	3,9
BK-1	№1	20	1,7	2	3,7
		20	1,8	2,2	4
		20	1,7	2,2	3,9
	№2	10	1,5	2,1	3,6
		10	1,6	2,1	3,7
		10	1,5	2,1	3,6
ВУЛ-1	№1	15	1,5	2	3,5
		15	2	2	4
		15	1,5	2,2	3,7
	№2	15	1,6	2	3,6
		15	1,8	2,1	3,9
		15	1,5	2	3,5

Таким образом, разные марки высотомеров показывают разные результаты. На основании нашего опыта нами рекомендовано использование Haglof Sweden НЕС (измерения высот деревьев, не требуется «жесткое» значение базиса), Haglof VERTEX – для лесоинвентаризационных работ, в т. ч. для выборочной таксации леса на круговых пробных площадках (КПП) (реласкопических и постоянного радиуса).

В работе выполнен анализ характеристик и технологий использования электронного ультразвукового дальномера Haglof DME (Haglof Sweden) [3]. Наличие двух ультразвуковых дальномеров в команде таксаторов позволяет использовать один из инструментов в качестве транспондера (отражателя) (необходимо заранее выставить в меню опцию работы «в качестве приемника-отражателя», отпадает необходимость в транспондере).

Для измерения расстояния используется технология ультразвуковых импульсов, скорость распространения сигналов зависит от нескольких показателей, например, влажность воздуха, атмосферное давление, наибольшее влияние на точность измерений оказывает температура воздуха.

Для правильного измерения расстояний ультразвуковой дальномер Haglof DME имеет встроенный датчик температуры, который компенсирует влияние изменений температуры воздуха. Наш опыт свидетельствует о том, что электронный ультразвуковой дальномер Haglof DME целесообразно использовать для закладки круговых пробных площадок и измерения расстояний, например, для таксации древостоя лесосеки круговыми пробными площадками постоянного радиуса - в условиях «недостаточной видимости».

При использовании дальномера Haglof DME нет необходимости ручного промера расстояний до центра площадки. Haglof DME целесообразно использовать для закладки реласкопических круговых пробных площадок, инструмент имеет встроенную опцию с различными значениями факторов полнотомера (автоматически вычисляется критическое значение расстояния до дерева в зависимости значения фактора полнотомера и измеренного диаметра ствола).

Перспективны к использованию новые лесотаксационные инструменты Haglof, Suunto, Masser, однако необходимо простое экономическое обоснование: цена продукта, стоимость техподдержки должна быть меньше (в аккумулятивном стоимостном выражении) получаемой в итоге выгоды (например, через увеличение производительности и повышение точности/надежности данных).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Атрощенко, О.А. Лесная таксация: учебное пособие для студентов специальностей «Лесное хозяйство», «Лесоинженерное дело» / О.А. Атрощенко. – Минск: БГТУ, 2009. – 468 с.
2. Suunto Collections [Электронный ресурс] / Suunto. – Режим доступа: <http://www.suunto.com/>. – Дата доступа: 02.03.2017.
3. Haglof Digitech [Электронный ресурс] / Haglof Sweden. – Режим доступа: <http://www.haglofsg.com/>. – Дата доступа: 09.03.2017.

Студ. М.С. Пастушенко  
Науч.рук. доц. О.А. Севко  
(кафедра лесоустройства, БГТУ)

## **ВЛИЯНИЕ ЕЛИ НА ПРИРОСТ СОСНЫ В СМЕШАННОМ СОСНОВО-ЕЛОВОМ НАСАЖДЕНИИ**

В Беларуси большую часть лесопокрытой площади занимают смешанные насаждения, которые имеют высокую продуктивность. Сосна и ель – наиболее распространенные хвойные породы на Европейской части. Они же и составляют основную часть лесозаготовок деловой древесины. Смешанные сосново-еловые насаждения наиболее полно удовлетворяют запросы народного хозяйства, так как они обеспечивают получение большего числа различных видов сортиментов, в том числе высоких технических качеств.

В данной работе изучалось влияние таксационных показателей ели, а также общая пространственная структура сосново-елового насаждения на радиальный прирост сосны. Для выполнения данной работы была заложена пробная площадь в 39 квартале 31 выделе Центрального лесничества Негорельского учебно-опытного лесхоза.

На данной пробной площади был проведен сплошной переречет всех деревьев. Были определены высоты и диаметры всех деревьев, диаметры крон, их протяженность, произведено картирование всех деревьев и т.д.

Первым шагом являлось картирование всех деревьев с помощью программного обеспечения. Для этого на основе полученных данных в геоинформационной системе «Quantum GIS» была построена схема расположения деревьев на пробной площади. Данная схема представлена на рисунке 1.

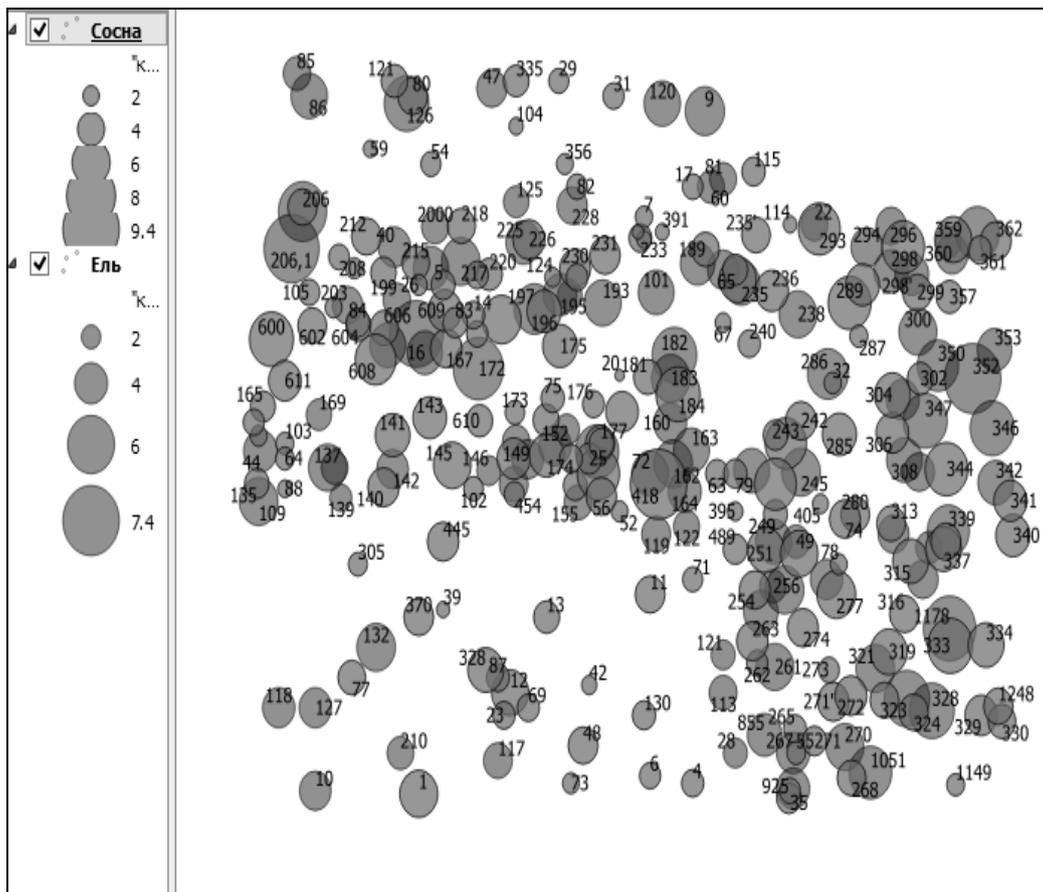
Далее было методом стратифицированной выборки определены 25 деревьев сосны, для которых был определен прирост за предыдущие 10 лет, в зависимости от величины радиального прироста дерева были разделены на 3 группы.

Первая группа учитывала незначительное влияние ели на прирост сосны (сосна доминировала), вторая – значительное (средний прирост сосны), третья – сильное (сосна находилась в угнетенном состоянии). Прирост разделился в следующих интервалах: до 10 мм, 10-15 мм, больше 15 мм.

Следующим шагом было определение среднего расстояния от деревьев сосны до ближайших деревьев ели. Результаты представлены на текущем слайде. Для ближайших деревьев ели были определены таксационные показатели (высота, диаметр, объем ствола и диаметр

кроны) и измерены расстояния до центральных деревьев сосны.

Результатом стало составление итоговой таблицы, на основе которой был проведен корреляционный анализ и подобраны регрессионные уравнения связи радиального прироста сосны с таксационными показателями ели и пространственной структурой древостоя, что в свою очередь и являлось основной задачей исследования.



**Рисунок 1 – Схема расположения деревьев и перекрытия кроны ели и сосны на пробной площади**

Их разработка подтвердила, что между таксационными показателями ели и приростом сосны действительно существует тесная связь. Было рассмотрено большое количество уравнений, среди которых отобрали наилучшие.

Первоначально уравнения строились на зависимости прироста от одного какого-либо таксационного показателя дерева ели. Нельзя сказать, что какой-то из показателей влияет на прирост сосны в большей степени. Смешанный древостой является сложным биогеоценозом, поэтому необходимо подобрать такие уравнения, которые наилучшим образом описали бы влияние ели на прирост сосны. Кроме

того, для второй группы, где ель оказывала значительное влияние на прирост сосны, уравнения показывали низкий коэффициент корреляции.

Коэффициент корреляции изменялся при использовании аргумента в степени. Была выявлена необходимость использования большего количества переменных, при этом появлялась сложность графического отображения зависимостей.

Полученные уравнения представлены в таблице 1.

**Таблица 1– Разработанные регрессионные уравнения**

Степень влияния	Уравнение	Коэффициент корреляции, R	Значение коэффициентов
Ель доминирует	$P=b_1L^2HV+b_2LDV+b_3HD+b_4LHDV$	0,996483	$b_1=-0,007860$ $b_2=2,497022$ $b_3=0,045702$ $b_4=-0,16962$
Средний прирост сосны	$P=b_1H/L^4+b_2D^L LHV^L+b_3VL^4+b_4$	0,529474	$b_1=8,023440$ $b_2=-0,00001$ $b_3=0,017480$ $b_4=10,80641$
Сосна доминирует	$P=b_1LH+b_2LDV+b_3HD+b_4LV$	0,956674	$b_1=3,236000$ $b_2=8,432000$ $b_3=-0,65600$ $b_4=-138,329$

Примечание: L – расстояние до ближайшего дерева ели, H – высота ели, D – диаметр ели, V – объем ствола ели.

Выявлено, что при большей высоте ближайших деревьев ели, деревья сосны по диаметру прирастают меньше, но высота стволов сосны возрастает. В данном случае ель играет роль «подгон».

При меньшей высоте ближайших деревьев ели деревья сосны прирастают в диаметре больше, но по высоте уменьшается.

Результаты данного исследования, как и материалы других исследователей, могут являться основой для дальнейшей разработки нового подхода к целевому лесовыращиванию, созданию программ формирования древостоев, учете взаимного влияния деревьев при создании лесных культур и регламентировании рубок ухода.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник таксатора / В. С. Мирошников [и др. ]; под общ. ред. В. С. Мирошникова. – Минск: Ураджай, 1980. – 360 с.

УДК 630\*443.3

Студ. В.В. Степанюк,  
Науч. рук. доц. А.В. Хвасько,  
мл. науч. сотр. Ю.А. Ларинина

(кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

## ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ РАТОМСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ГСЛХУ «БОРОВЛЯНСКИЙ СПЕЦЛЕСХОЗ»

**Введение.** Одной из проблем лесоводства и лесозащиты в Беларуси, вызывающей беспокойство общественности, является массовое усыхание еловых насаждений. В настоящий момент наибольшие объемы усыхающих еловых древостоев сосредоточены в Оршанско-Могилевском и Березинско-Предполесском геоботанических округах.

По данным ГУ по мониторингу и защите леса «Беллесозащита» за 2015 г. [1] на ухудшение лесопатологического и санитарного состояния ельников оказывали влияние повторяющиеся неблагоприятные погодные условия в виде ураганных ветров, вызвавших ветровалы в еловых насаждениях, и периодических засух, вызвавших нарушение или потерю биологической устойчивости еловых древостоев к вторичным стволовым вредителям. Среди причин усыхания также указываются некрозные и раковые болезни ветвей и стволов, гнилевые болезни стволов и корней, ослабление по периметрам вырубок [2–4].

**Основная часть.** Объектами наших полевых исследований являлись еловые насаждения, произрастающие на территории Ратомского лесничества ГСЛХУ «Боровлянский спецлесхоз». Результаты проведенных обследований в ельниках на площади 895,4 га показали, что преобладают биологически устойчивые насаждения (81,2%), хотя и относительно велика доля насаждений с нарушенной биологической устойчивостью (17,0%) и утративших устойчивость (1,8%), что связано, в первую очередь, с распространением язвенного рака. Кроме язвенного рака встречались также пестрая ямчато-волоконистая комлевая гниль ели (корневая губка ели), бурая ядрово-заболонная призматическая гниль (окаймленный трутовик), пестрая ядровая гниль ели (еловая губка), белая заболонная гниль корней ели (опенок осенний). На единичных деревьях было обнаружено повреждение стволовыми вредителями.

Среди всех обследованных насаждений, имеющих неудовлетворительное санитарное состояние, преобладали насаждения, пораженные язвенным раком – 68,3%. При обследовании было установлено, что интенсивность развития язвенного рака зависит от лесоводственно-таксационных показателей насаждения (таблицы 1–5).

**Таблица 1 – Распределение насаждений, пораженных язвенным раком, по классам возраста, в га/%**

Наименование показателя	Класс возраста							Итого
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Обследованная площадь	–	<u>64,7</u> 7,2	<u>108,0</u> 12,1	<u>370,5</u> 41,4	<u>291,3</u> 32,5	<u>42,2</u> 4,7	<u>18,7</u> 2,1	<u>895,4</u> 100,0
Площадь насаждений, пораженных язвенным раком	–	<u>5,0</u> 7,7	<u>16,5</u> 15,3	<u>82,7</u> 22,3	<u>10,8</u> 3,7	–	–	<u>115,0</u> 12,8

Наибольшее поражение язвенным раком наблюдается в четвертом классе возраста – 82,7 га или 22,3% от всей обследованной площади насаждений данного класса возраста. Также достаточно высокая доля пораженных ельников отмечена в третьем классе возраста – 16,5 га или 15,3% от обследованной площади данного класса возраста. Существенное различие в распространении язвенного рака в еловых насаждениях разного возраста связано с биологическими особенностями ели. У ели примерно в 13–15 лет происходит интенсивный рост в высоту. В этот период в насаждении наблюдается усиленная дифференциация деревьев, вызванная несоответствием количества произрастающих деревьев к площади питания. В момент ослабления древостоев у деревьев нарушается обмен веществ, падает смоловыделительная способность, в связи, с чем ослабляются защитные функции. Так в I классе возраста очаги только начинают формироваться. В нашем случае среди обследованных ельников отсутствовали насаждения первого класса возраста, потому и установить распространение болезни в данном классе возраста в еловых насаждениях Ратомского лесничества было невозможно. Развитие болезни обычно достигает кульминации в II–III классах возраста. В дальнейшем, с переходом еловых насаждений в IV и V классы возраста, устойчивость ели к язвенному раку повышается. Однако, если своевременно не были убраны деревья с раковыми язвами из насаждений, то и в более старших классах возраста язвенный рак может быть широко распространен. То есть заражение может происходить в любом классе возраста. Количество деревьев по площади и расстоянию между ними в определенной степени влияют на распространение и развитие болезней.

Наибольший процент пораженных язвенным раком деревьев наблюдается при полноте 0,9 – 35,3% от общей площади обследованных еловых насаждений с полнотой 0,9 (таблица 2). Это говорит о лучшем развитии болезни в высокополнотных насаждениях лесничества. Длительное развитие язвенного рака приводит к существенному снижению полноты и расстройству насаждений.

**Таблица 2 – Распределение насаждений, пораженных язвенным раком, по полнотам, в га/%**

Наименование показателя	Полнота								Итого го
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
Обследованная площадь	<u>10,6</u> 1,2	<u>1,6</u> 0,2	<u>3,6</u> 0,4	<u>37,2</u> 4,2	<u>338,9</u> 37,8	<u>372,4</u> 41,6	<u>113,9</u> 12,7	<u>17,2</u> 1,9	<u>895,4</u> 100,0
Площадь насаждений, пораженных язвенным раком	–	–	–	–	<u>33,2</u> 9,8	<u>36,5</u> 9,8	<u>40,2</u> 35,3	<u>5,1</u> 29,6	<u>115,0</u> 12,8

Среди обследованных еловых насаждений Ратомского лесничества преобладали ельники кисличного типа леса (92,3%), также встречались ельники орлякового (4,5%) и мшистого (3,2%) типов леса. Среди пораженных язвенным раком еловых насаждений 96,6% составляли ельники кисличные и 3,4% ельники орляковые.

**Таблица 3 – Распределение пораженных язвенным раком еловых насаждений по типам леса, в га/%**

Наименование показателей	Тип леса			Итого
	Е. кис.	Е. мш.	Е. ор.	
Обследованная площадь	<u>825,5</u> 92,3	<u>28,7</u> 3,2	<u>41,2</u> 4,5	<u>895,4</u> 100,0
Площадь насаждений, пораженных язвенным раком	<u>111,1</u> 13,5	–	<u>3,9</u> 4,9	<u>115,0</u> 12,8

По данным таблицы 3 видно, что доля пораженных язвенным раком еловых насаждений кисличного типа леса среди всех обследованных в лесничестве ельников кисличных наибольшая и составляет 13,5%. Также в кисличном типе леса наблюдается и наиболее высокое поражение и другими выявленными болезнями: корневой и еловой губками, опенком.

Наиболее сильно подвержены язвенному раку еловые насаждения с долей участия ели 8–7 единиц, площадь таких насаждений занимает 38,5 га или 27,6% от площади обследованных ельников данного состава (таблица 4).

**Таблица 4 – Распространение язвенного рака в еловых насаждениях в зависимости доли участия ели в составе, в га/%**

Наименование показателей	Коэффициент участия ели				Итого
	10Е–9Е	8Е–7Е	6Е–5Е	4Е–3Е	
Обследованная площадь	<u>520,1</u> 58,1	<u>139,5</u> 15,6	<u>188,1</u> 21,0	<u>47,7</u> 5,3	<u>895,4</u> 100,0
Площадь насаждений, пораженных язвенным раком	<u>21,9</u> 4,2	<u>38,5</u> 27,6	<u>44,2</u> 23,5	<u>10,4</u> 21,8	<u>115,0</u> 12,8

Среди преобладающих чистых еловых древостоев и с примесью лиственных пород до 10% в составе пораженные язвенным раком насаждения встречались на площади 21,9 га и составляли 4,2% от всей обследованной площади насаждений с долей участия ели в составе древостоя 10–9 единиц.

**Таблица 5 – Распространение насаждений, пораженных язвенным раком, в зависимости от продуктивности, в га/%**

Наименование показателей	Классы бонитета				Итого
	I <sup>a</sup>	I	II	III	
Обследованная площадь	$\frac{100,3}{11,2}$	$\frac{417,2}{46,6}$	$\frac{356,4}{39,8}$	$\frac{21,5}{2,4}$	$\frac{895,4}{100,0}$
Площадь насаждений, пораженных язвенным раком	$\frac{5,1}{5,1}$	$\frac{104,6}{25,1}$	$\frac{5,3}{1,5}$	–	$\frac{115,0}{12,8}$

По данным таблицы видно, что наиболее подвержены язвенному раку насаждения I класса бонитета. Всего было обследовано 417,2 га насаждений первого класса бонитета, из них 104,6 га оказался поражен язвенным раком, что составило 25,1%.

**Выводы.** Лесопатологическое обследование еловых насаждений Ратомского лесничества выявило их повреждение язвенным раком, пестрой ямчато-волокнутой комлевой гнилью, бурой ядрово-заболонной призматической гнилью, пестрой ядровой гнилью и белой заболонной гнилью корней. Площадь еловых древостоев, нуждающихся в проведении лесозащитных мероприятий, составила 168,4 га.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лесопатологическое и санитарное состояние лесов Республики Беларусь в 2015 году и прогноз развития патологических процессов на 2016 год. – Минск: ГУ «Беллесозащита», 2016. – 48 с.
2. Лесопатологическая ситуация в лесах Беларуси / ГУ по защите и мониторингу леса «Беллесозащита» // Лесное и охотничье хозяйство. – 2014. – № 3. – С. 17–30.
3. Сарнацкий, В. В. Ельники: формирование, повышение продуктивности и устойчивости в условиях Беларуси / В. В. Сарнацкий. – Минск: Тэхналогія, 2009. – 334 с.
4. Изменение биологической устойчивости еловых насаждений под воздействием патологических факторов / Ю. А. Ларина, В. Н. Кухта, А. И. Блинцов, А. А. Сазонов // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2012. – Вып. 72: Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 466–470.

УДК 630\*443.3

Студ. Т.В. Шанько

Науч. рук. доц. А.В. Хвасько

(кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

**СОСТОЯНИЕ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА В  
ПОСТОЯННОМ ЛЕСНОМ ПИТОМНИКЕ  
ГЛХУ «ВИТЕБСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

В лесхозах Республики Беларусь для своевременного проведения работ по искусственному лесовозобновлению, лесоразведению и озеленению созданы крупные постоянные лесные питомники. В них выращивается большое количество сеянцев и саженцев различных видов деревьев и кустарников.

В молодом возрасте растения в питомниках наиболее сильно подвержены воздействию фитопатогенных микроорганизмов, так как еще до появления всходов на питание проростков расходуются питательные вещества семени, а силы растение начинает набирать только с развитием ассимиляционного аппарата.

Поэтому значительное внимание работников лесного хозяйства уделяется проведению мероприятий по защите сеянцев и саженцев древесных пород от болезней и вредителей в питомнике.

Данные мероприятия представляют собой целый комплекс агротехнических, биологических, химических, физико-механических и других методов.

При этом лесопатологическому мониторингу и профилактическим мероприятиям отводится ключевая роль, что связано с экономической целесообразностью предупреждения развития болезней и вредителей по сравнению с организацией и проведением мероприятий по оздоровлению посадочного материала.

Целью нашей работы было выявление видового состава возбудителей болезней растений в лесном питомнике ГЛХУ «Витебский лесхоз», а также разработка и обоснование комплекса защитных мероприятий для оздоровления посадочного материала, снижения потерь, вызванных возбудителями заболеваний.

Постоянный лесной питомник ГЛХУ «Витебский лесхоз» находится на территории Лужеснянского лесничества, в квартале 90 и в 15 км от административного здания лесхоза. Площадь питомника составляет 12,05 га. Продуцирующую часть питомника образуют школьное и посевное отделение, которые занимают 9,92 га.

Нами было проведено рекогносцировочное и детальное лесопатологические обследования питомника.

Рекогносцировочное обследование заключалось в систематиче-

ском наблюдении за состоянием растений во всех отделениях питомника, регистрации сроков появления вредителей и заболеваний, их распространения (глазомерно) и степени поражения растений. Д

етальные обследования осуществлялись путем закладки учетных площадок, на которых проводили диагностику болезни, определяли распространенность и развитие болезни, а также отбирали образцы пораженных растений для установления вида возбудителя в лабораторных условиях.

Всего осмотрено около 5 000 сеянцев и саженцев сосны обыкновенной и ели европейской. Среди них вполне жизнеспособными (здоровыми), не имеющими видимых признаков угнетения, оказались 85,0% всех осмотренных сеянцев. Количество усохших сеянцев в сумме на всех участках составило 15,0%.

Количество сеянцев ели европейской в посевных строках довольно значительно изменяется – от 7 до 200 шт. на 1 погонный метр, а сосны обыкновенной от 12 до 280 шт. на 1 погонный метр, что говорит о возможном нарушении в технологии посева, неблагоприятных погодных условиях, повреждении растений грибными болезнями и ризофагами.

В результате проведенных обследований в посевном отделении сосны обыкновенной и ели европейской были выявлены такие болезни, как альтернариоз и фомоз, в школьном отделении ели европейской – альтернариоз.

Внешнее проявление данных болезней сводится к пожелтению и усыханию хвои, что зачастую приводит к ошибочной постановке диагноза при непосредственной визуальной оценке.

Одним из показателей успешности выращивания посадочного материала древесных пород и влияния фитопатогенных микроорганизмов на их рост служит высота надземной части сеянцев. Нами были проведены обмеры сеянцев сосны обыкновенной, посеянных в 2015 г., и сеянцев ели европейской, посеянных в 2016 г.

Данные обмеров показали, что средняя высота жизнеспособных сеянцев сосны обыкновенной 2015 г. посева составляет 15,3 см, а пораженных болезнями – 7,5 см, в посевах ели обыкновенной 2016 г. жизнеспособных – 5,3 см, а пораженных – 3,5 см.

Для защиты от болезней в распоряжении лесхозов на данный момент имеется около 15 фунгицидов и биопрепаратов фунгицидного действия.

В настоящее время в постоянном лесном питомнике ГЛХУ «Витебский лесхоз» для предпосевного протравливания семян хвойных пород против инфекционного полегания всходов применяет-

ся биопрепарат Бревесин, для защиты сеянцев при появлении первых признаков болезней хвои – фунгицид Менара. Применение данных препаратов в питомнике лесхоза имеет высокий положительный эффект и их использование позволяет увеличить выход здорового посадочного материала.

Так по результатам полевых опытов при протравливании семян ели европейской биологическая эффективность биопрепарата Бревесин составила 97,8%, а сосны обыкновенной – 97,7%, при однократной обработке сеянцев сосны обыкновенной фунгицидом Менара – 97,0%.

Проанализировав все полученные при проведении исследований данные, нами была запроектирована система мероприятий по защите растений от болезней в открытом грунте постоянного лесного питомника ГЛХУ «Витебский лесхоз» (таблица 1).

**Таблица 1 – Система мероприятий по защите посадочного материала в лесном питомнике ГЛХУ «Витебский лесхоз»**

Наименование работ	Время выполнения
Протравливание семян биопрепаратом Бревесин	перед посевом
Внесение гранулированного суперфосфата (сеянцы ели)	во время посева
Мульчирование посевов опилками лиственных пород	после посева
Внекорневая подкормка сеянцев сосны 1% раствором мочевины и 0,02% раствором ростовых веществ (экосил)	первая декада июня
Корневая подкормка мочевиной (сеянцы ели)	третья декада июня
Профилактическое опрыскивание сеянцев сосны фунгицидом Менара против снежного и обыкновенного шютте	конец второй декады июля
Корневая подкормка сеянцев фосфорно-калийными удобрениями (двойной суперфосфат калия и сульфат калия)	первая декада августа
Обработка паровых полей гербицидом Раундап	июль – август

Таким образом, в постоянном лесном питомнике ГЛХУ «Витебский лесхоз» дана оценка состояния сеянцев и саженцев сосны обыкновенной и ели европейской, выявлены наиболее распространенные болезни посадочного материала хвойных пород (альтернариоз, фомоз) и предложена система мероприятий по защите посадочного материала.

УДК 630\*443.3

Студ. Е.Ю. Позняк  
Науч. рук. декан В.А. Ярмолович  
асс. М.О. Середич  
(кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

## **ОСОБЕННОСТИ РОСТА МИЦЕЛИЯ ГРИБА *ALTERNARIA ALTERNATA* (FR.) KEISSL *IN VITRO***

**Введение.** Полегание сеянцев является одной из наиболее распространённых болезней в лесных питомниках Республики Беларусь [1].

Основные возбудители полегания являются грибы из родов *Alternaria* Nees, *Fusarium* Link, *Cladosporium* Link, *Botrytis* P. Micheli, *Phoma* Sacc. [2], наиболее часто полегание вызывает гриб *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. [3].

Скорость роста мицелия грибов является одним из важных показателей прироста биомассы патогена [4].

Ее изучение помогает спрогнозировать распространение гриба в благоприятных температурных условиях и при наличии источников питания.

Целью нашей работы являлось подбор оптимальной среды для культивирования гриба и изучение особенностей роста мицелия *A. alternata*, который вызывает альтернариоз посадочного материала в лесных питомниках.

**Материалы и методы.** Чистая культура *A. alternata* выделена нами из пораженных сеянцев сосны обыкновенной взятых в лесном питомнике ГЛЮХУ «Сморгонский опытный лесхоз» (видовая принадлежность гриба подтверждена молекулярно-генетическим анализом).

Для изучения особенностей роста мицелий *A. alternata* высевали в центр чашки Петри на поверхность плотной агаризованной питательной среды: голодной, сусло – угаре, картофельной, яблочной.

Контролем служила промышленная солодовая среда Malt Extract Agar (далее МЕА), которая используется для культивирования большинства патогенных видов.

Опыт проводили в контролируемых условиях при температуре 18–20°C в течении 10 дней в стерильном микробиологическом боксе.

Диаметр колонии измерялся в двух взаимно перпендикулярных направлениях через каждые два дня, затем данные переводили на среднесуточную скорость. Повторность опыта трехкратная.

Статистическую обработку экспериментальных данных прово-

дили в пакете прикладных программ MS Excel.

**Результаты.** Результаты измерения линейного роста мицелия *A. alternata* за 8 дней приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Скорость линейного роста мицелия *A. alternata*, в мм

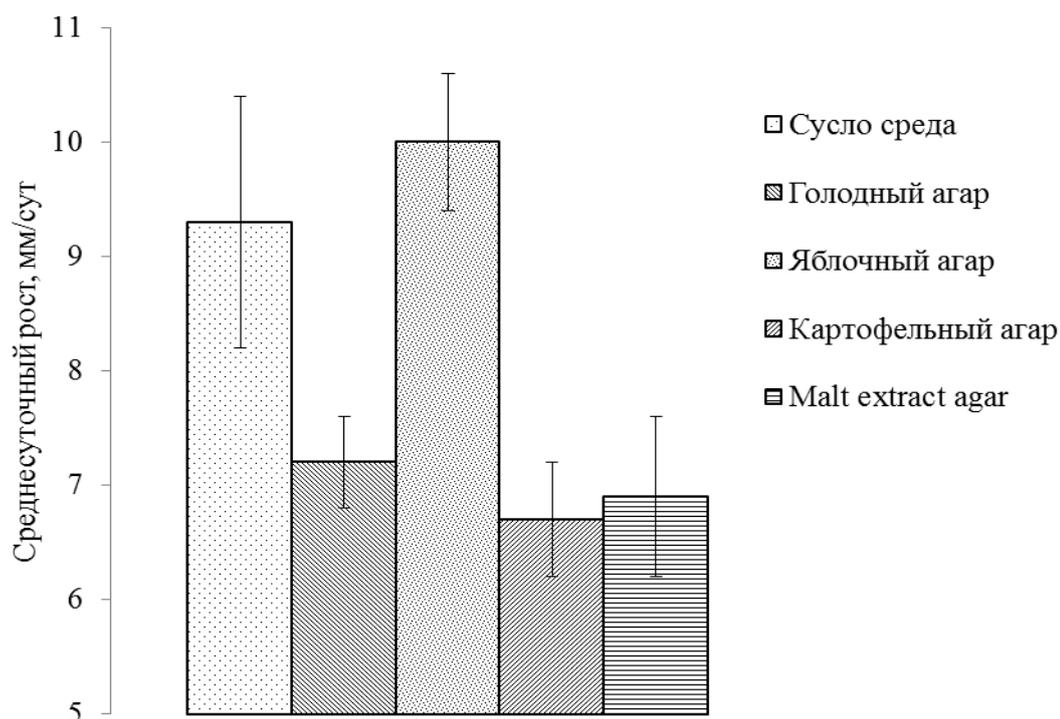
Питательная среда	Дни учета							
	2		4		6		8	
	$d_1^*$	$d_2^*$	$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$
Сусло среда	24	25	43	41	51	56	69	65
	19	19	34	30	59	54	71	72
	23	19	40	40	58	55	73	68
$x_{cp}^{**}$	21,5±2,95		38,0±5,2		55,5±0,3		69,7±3,1	
Голодный агар	16	19	29	30	34	33	50	55
	13	11	24	28	47	48	65	66
	15	12	28	25	48	49	62	61
$x_{cp}$	14,3±3,1		37,3±2,5		43,2±7,9		59,8±6,5	
Яблочный агар	22	23	41	38	58	58	73	72
	29	20	41	40	62	56	76	67
	23	20	37	39	59	57	72	72
$x_{cp}$	22,8±3,5		39,3±1,7		58,3±2,2		72,0±3,0	
Картофельный агар	12	12	23	24	43	40	52	51
	18	12	24	19	43	41	60	61
	18	12	24	19	43	41	60	61
$x_{cp}$	14±3,2		22,2±2,6		41,8±1,4		57,5±4,9	
Malt extract agar	14	18	25	25	41	36	51	49
	18	12	19	17	32	28	45	44
	12	14	19	24	33	40	47	51
$x_{cp}$	14,7±2,9		21,5±3,7		35,0±5,2		47,8±3,1	
Примечание: * диаметр колоний в двух взаимно перпендикулярных направлениях; ** среднее значение								

На агаризованной яблочной и сусло среде наблюдали наибольший линейный рост мицелия (за 8 суток диаметр колоний достиг 72,0 мм и 69,7 мм соответственно). На голодном агаре рост наблюдался неравномерно, прирост мицелия в резких направлениях.

На МЕА колония *A. alternata* по окончании опыта составила 47,8 мм, что является наименьшим показателем. Возможно, микроэлементы и соли, входящие в состав среды, не совсем оптимальны для роста мицелия.

Достоверных различий в скорости роста мицелия на картофельной среде, МЕА и голодной среде не наблюдали – скорость роста находилась в пределах среднестатистической ошибки (рису-

нок 1).

Рисунок 1 – Скорость роста мицелия *A. alternata*

Максимальная среднесуточная скорость роста гриба на яблочном агаре и составила  $10,0 \pm 0,6$  мм/сут, что почти в 1,5 раза выше, чем на других используемых средах. Также мицелий хорошо приростал на сусло агаровой среде (среднесуточный рост  $9,3 \pm 1,1$ ).

**Выводы.** Таким образом, выделение чистых культур грибов *A. alternata*, их хранение и культивация рекомендуется на яблочной и сусло-среде, так как на этих питательных средах отмечается наибольшая скорость роста мицелия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федоров, Н.И. Лесная фитопатология: Учебник для студентов специальности «Лесное хозяйство» / Н.И. Фёдоров – Минск: БГТУ, 2004. – 462 с.
2. Федоров, Н.И. Лесная фитопатология. Лабораторный практикум: учебное пособие для студентов специальности «Лесное хозяйство» / Н.И. Фёдоров, В.А. Ярмолович – Минск: БГТУ, 2005. – 448 с.
3. <http://www.alternaria.ru/index.files/genus.html> / [электронный ресурс]. Дата доступа – 06.02.17.
4. Методы экспериментальной микологии : справочник / И.А. Дудка [и др.] ; отв. ред. В.И. Билай. – Киев : Наук. думка, 1982. – 550 с.

УДК 630\*443.3

Студ. Огур Е.М.

Науч. рук. декан В.А. Ярмолович,

асс. М.О. Середич

(кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

**СКОРОСТЬ РОСТА МИЦЕЛИЯ *EPICOCUM NIGRUM* LINK.  
НА РАЗЛИЧНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ**

**Введение.** В условиях периодического массового ослабления растений под воздействием стрессовых факторов становится типичными случаи поражения растений факультативными паразитами, чаще обитающими в почве на отмершем растительном субстрате, но способным паразитировать на растениях со слабо развитыми, нарушенными покровными тканями, ослабленным иммунитетом. Значительное число таких факультативных паразитов входят в состав родов *Cladosporium*, *Alternaria*, *Phoma* и др., вызывающих соответственно кладоспориоз, альтернариоз и фомоз культурных растений. Вместе с тем, этот перечень далеко не полный, а видовой состав патогенов вследствие постоянной изменчивости требует постоянного изучения. В 25 % питомников выявлен новый вид заболевания посадочного материала хвойных пород – эпиккоккоз, возбудителем является гриб *Epicoccum nigrum* Link, который относится к отделу аскомицота и способен развиваться на сельскохозяйственных культурах [1].

Возникновение и развитие болезни связано с ослаблением и снижением устойчивости сеянцев и саженцев вследствие длительного неблагоприятного воздействия метеорологических факторов (засуха, заморозки и др.) или нарушения агротехники выращивания, использование зараженных семян или почвенных субстратов, нарушение условий хранения посадочного материала. Источником инфекции в лесных питомниках служат отмершие растительные остатки, на которых *E. nigrum* может существовать как сапрофит на протяжении длительного периода [2].

Одним из основных этапов изучения биологии возбудителя эпиккоккоза и особенностей его развития является подбор питательных сред и изучение скорости роста мицелия, что и было целью нашего исследования.

**Материалы и методы.** Для изучения скорости роста мицелия нами взят изолят *E. nigrum*, выделенный из пораженных сеянцев ели в Любанском лесхозе.

Нами взяты пять питательных сред: сусло-среда, яблочный агар, картофельный агар, Malt extract agar (далее МЕА) и голодный агар. Приготовление сред осуществляли общепринятыми в лесной фитопа-

тологии методами [3]. Инокулом гриба *E. nigrum* высевали в центр чашки Петри на агаризованную питательную среду.

Опыт проводили в контролируемых условиях при температуре 18–20°C в течении 8 дней в стерильном ламинарном шкафу 120.32–РЭ.

Линейные размеры мицелия измеряли каждые 2 дня в двух взаимно перпендикулярных направлениях до полного зарастания чашки мицелием. По окончании опыта рассчитывали среднесуточный рост мицелия. Повторность опыта трехкратная. Обработку полученных данных проводили в электронных таблицах MS Excel.

**Результаты.** Результаты изменения линейного прироста мицелия *E. nigrum* приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Показатели роста мицелия *Epicoccium nigrum*, мм**

Питательная среда	Диаметры колонии по дням учета								Среднесуточный рост, мм/сут
	2		4		6		8		
	$d_1^*$	$d_2^*$	$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$	
Сусло-среда (сусло-агар)	20	22	46	43	64	64	85	86	11,8±0,5
	24	22	54	52	79	79	89	85	
	22	23	56	55	82	82	90	88	
$x_{cp}^{**}$	22,2±1,4		51,0±5,6		75,0±9,0		87,2±2,2		
Голодный агар	26	20	33	39	42	35	60	69	8,1±0,8
	21	19	28	28	36	36	54	55	
	18	22	33	36	40	42	54	58	
$x_{cp}$	21,0±3,0		32,8±4,6		38,5±3,4		58,3±6,0		
Яблочный агар	27	21	48	39	60	50	74	64	10,0±0,6
	22	19	38	31	54	54	71	70	
	23	21	45	40	63	60	70	80	
$x_{cp}$	22,2±2,8		40,2±6,3		56,8±5,2		71,5±5,5		
Картофельный агар	28	28	46	44	70	70	85	85	9,6±0,9
	10	10	28	28	52	52	72	72	
	19	19	37	36	61	61	79	79	
$x_{cp}$	19,0±8,4		36,5±8,0		61,0±8,4		78,7±6,1		
Malt extract agar	10	7	30	35	53	60	89	86	8,5±1,1
	8	8	40	40	62	62	82	82	
	9	9	35	37	58	61	88	90	
$x_{cp}$	8,5±1,10		31,17±3,94		59,4±3,6		86,2±3,7		
* – диаметр колоний во взаимно перпендикулярных направлениях;									
** – среднее значение.									

Результаты измерений показали, что среднесуточная скорость роста мицелия *E. nigrum* варьировалась от 8,1 на голодном агаре до 11,8 мм в сутки на сусло-среде. Достоверно не отличалась скорость

роста на картофельной, яблочной питательной среде и МЕА (9,6, 10,0 и 8,5 мм в сутки соответственно).

Большинство колоний гриба на изученных питательных средах имело характерную морфологию – по внешнему виду напоминали замшу, с яркой оранжевой или оранжево-коричневой пигментацией. Только на сусло-агаре мицелий более светлый и пушистый (рисунок 1).

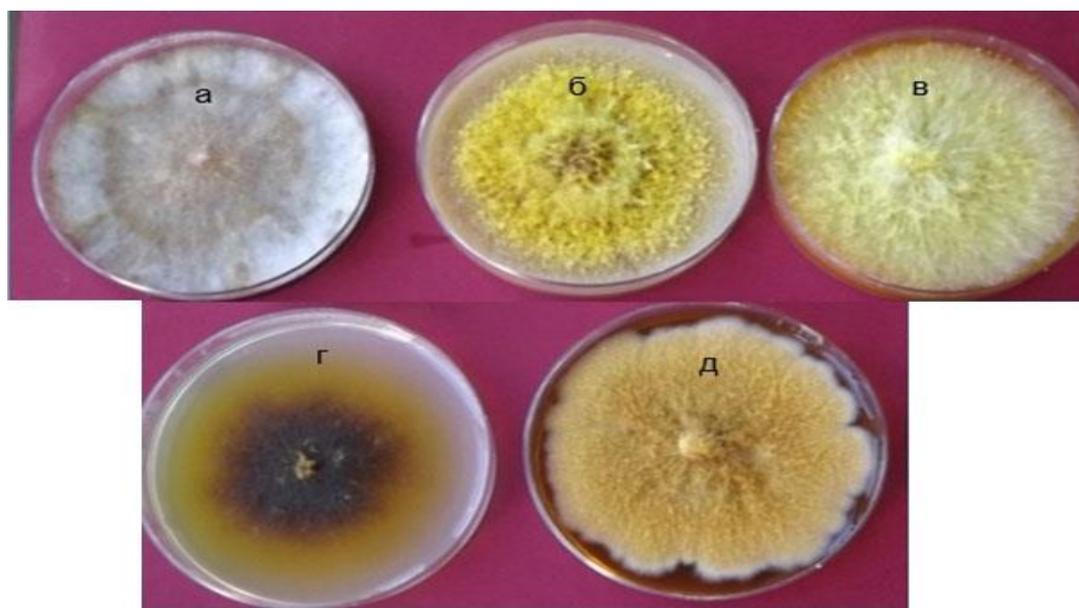


Рисунок 1 – Гриб *E. nigrum* на: а) – сусло-среда; б) – яблочный агар; в) – картофельный агар; г) – голодный агар; д) – МЕА.

После месяца хранения культур в холодильнике формировалось устойчивое спороношение.

**Выводы.** Оптимальной средой для культивирования гриба *E. nigrum* является сусло-среда: на такой среде наблюдается высокая скорость роста мицелия (11,8 мм в сутки) и типичная для него окраска.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Эпикоккоз в лесных питомниках Беларуси / В. А. Ярмолович, О. Ю. Баранов, С. В. Пантелеев, Н. Г. Дишук, Н. О. Азовская, М. О. Середич // Наука – инновационному развитию лесного хозяйства : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию Ин-та леса НАН Беларуси, Гомель, 11–13 нояб. 2015 г. / Ин-т леса НАН Беларуси ; редкол.: А. И. Ковалевич (отв. ред.) [и др.]. – Гомель, 2015. – С. 264–266.
2. Доброзракова, Т. Л. Сельскохозяйственная фитопатология / Т. Л. Доброзракова. – 2-е изд., испр. и доп. – Л. : Колос, 1974. – 328 с.
3. Федоров, Н. И. Лесная фитопатология. Лабораторный практикум: учебное пособие для студентов специальности «Лесное хозяйство» / Н. И. Фёдоров, В. А. Ярмолович – Минск: БГТУ, 2005. – 448 с.

УДК 630\*4: 582.475

Студ. Ю.А. Воронцов  
 Науч. рук. доц. А.И. Блинцов,  
 м.н.с. Ю.А. Ларина  
 (кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ЕЛЬНИКОВ УЗДЕНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Существует мнение, что основной причиной усыхания ельников является понижение грунтовых вод в результате засух. Это затрагивает, прежде всего, ель, потому что у нее поверхностная корневая система. Усыхание ельников также происходит в период, характеризующийся дефицитом осадков в летние месяцы. Отрицательное влияние оказывают и засухи прошлых лет. Также насаждения ели могут быть ослаблены по другим причинам (корневые гнили, ветровал, бурелом, насекомые-вредители, рекреационная нагрузка).

Усыхание ельников проявляется в виде куртинно-группового и сплошного отмирания деревьев. Для куртинно-группового усыхания характерно наличие групп и куртин усыхающих и усохших деревьев на площади до 0,25 га. Наблюдается этот тип усыхания уже в средневозрастных насаждениях, кисличного или других типов леса, произрастающих на различных по степени увлажнения почвах. Сплошной тип усыхания ельников характеризуется интенсивным отмиранием деревьев на участках площадью свыше 0,25 га. Такое усыхание происходит обычно в приспевающих и спелых насаждениях.

В ходе проведения рекогносцировочного обследования ельников Узденского лесничества ГЛХУ «Узденский лесхоз» получены данные распределения их по классам биологической устойчивости, которые приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Распределение насаждений по классам биологической устойчивости**

Класс биологической устойчивости	Площадь	
	га	%
I	456,2	88,3
II	58,6	11,4
III	1,7	0,3
Всего	516,5	100,0

Из таблицы 1 видно, что из всех обследованных ельников лесничества основную часть занимают насаждения первого класса биологи-

ческой устойчивости – 88,3%; насаждения второго класса биологической устойчивости занимают 11,4% и третьего класса биологической устойчивости – 0,3%

Стволовые вредители составляют большую экологическую группу лесных насекомых, питающихся тканями стволов, ветвей и побегов. На модельных деревьях были обнаружены следующие виды стволовых вредителей (таблица 2).

**Таблица 2 – Видовой состав и встречаемость ксилофагов на ели**

Вид ксилофага	Встречаемость, %	Оценка
Семейство короеды – <i>Scolytidae</i>		
Короед типограф – <i>Ips typographus</i> L.	100	высокая
Гравер обыкновенный – <i>Pityogenes chalcographus</i> L.	66	средняя
Семейство усачи – <i>Cerambycidae</i>		
Малый черный еловый усач – <i>Monochamus sutor</i> L.	33	средняя
Еловый блестящегрудый усач – <i>Tetropium castaneum</i> L.	17	низкая

Как по распространенности, так и по встречаемости на первом месте среди ксилофагов короед типограф. Наши наблюдения позволили дать оценку распространенности и определить роль типографа в усыхании еловых насаждений (таблица 3).

**Таблица 3 – Динамика заселения ельников типографом**

Номер пробной площади	Количество деревьев, шт.	Отпад							
		текущий				общий			
		не заселенных		заселенных		всего		заселенных и отработанных	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
1	163	6	3,7	8	4,9	20	12,3	14	8,6
2	168	5	3,0	8	4,8	17	10,1	12	7,1
3	130	5	3,9	9	6,9	18	13,9	15	11,5
4	182	8	4,4	11	6,1	30	16,5	22	12,1
5	180	12	6,6	3	1,7	29	16,1	17	9,4
6	131	5	3,8	8	6,1	17	13,0	12	9,2
Всего	954	41	25,4	47	30,5	131	81,9	92	57,9

Анализ результатов показывает, что деревья IV–V категории состояния (текущий отпад) заселены или отработаны примерно 30,5%, а деревья IV–VI категории (общий отпад) – примерно на 57,9%. При этом текущий отпад превышает естественный и заселен не полностью, что создает угрозу развития очагов типографа.

Нами составлена база данных еловых насаждений требующих проведения мероприятий по улучшению их санитарного состояния. Основную площадь занимают ельники с нарушенной биологической устойчивостью и нуждающиеся в проведении выборочных санитарных рубок (54,8 га), уборки захламленности (7,8 га), а также требующие сплошной санитарной рубки (1,7 га).

Запроектированные санитарно-оздоровительные и истребительные мероприятия позволят улучшить санитарное состояние еловых насаждений Узденского лесничества и снизят угрозу возникновения новых очагов стволовых вредителей.

Объемы работы и сроки выполнения этих мероприятий приведены в таблице 4.

**Таблица 4 – Проект мероприятий по улучшению санитарного состояния ельников**

Наименование мероприятия	Номер кварта- ла	Объем работ	Срок выполнения
Санитарно-оздоровительные мероприятия			
Выборочные санитарные рубки, м <sup>3</sup> /га	21, 25, 39, 47, 48, 66, 96	950/54,8	май – сентябрь
Сплошные санитарные рубки, м <sup>3</sup> /га	26, 34	546/1,7	май – сентябрь
Очистка леса от захламленности, м <sup>3</sup> /га	77,78	1 593/64,3	в течение года
Выкладка ловчих деревьев, м <sup>3</sup>	121, 133	33	февраль – март
Специальные мероприятия			
Огораживание муравейников, шт.	27, 48, 70, 84, 120, 142,	20	июнь – август
Изготовление и развешивание гнездовой птиц, шт.	34, 110, 133	30	октябрь – ноябрь
Феромонные ловушки, шт.	34, 110, 133	15	март

При выполнении предполагаемой системы защитных мероприятий можно достигнуть улучшения санитарного состояния еловых насаждений, сокращения численности вредных насекомых и болезней, повышения производительности еловых древостоев Узденского лесничества.

УДК 630\*4: 582.475

Студ. Е.С. Куценко, Ю.А. Воронецкая  
 Науч. рук. доц. А.И. Блинцов,  
 м.н.с. Ю.А. Ларина  
 (кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

## ПОВЫШЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЕЛЬНИКОВ ДЗЕРЖИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

На протяжении последних десятилетий в экстремально засушливые вегетационные периоды, характеризующиеся значительным дефицитом осадков, высокой температурой атмосферного воздуха и низкой его влажностью, на территории лесорастительной подзоны хвойно-широколиственных лесов наблюдается периодическое массовое усыхание еловых лесов. В ходе проведения рекогносцировочного обследования ельников Держинского лесничества ГЛУ «Минский лесхоз» получены данные распределения их по классам биологической устойчивости (таблица 1).

**Таблица 1 – Распределение насаждений по классам биологической устойчивости**

Площадь обследуемых ельников						
Всего, га	в том числе по классам биологической устойчивости					
	I		II		III	
	га	%	га	%	га	%
510,3	430,5	84,3	72,5	14,2	7,3	1,4

Из данных таблицы 1 видно, что из всех обследованных ельников лесничества основную часть занимают насаждения первого класса биологической устойчивости – 84,73%; насаждения второго класса биологической устойчивости занимают 14,2% и третьего класса биологической устойчивости – 1,4%.

Основную роль в снижении устойчивости еловых насаждений играют стволовые вредители (таблица 2).

**Таблица 2 – Видовой состав и встречаемость ксилофагов на ели**

Вид ксилофага	Встречаемость, %	Оценка
Семейство короеды – <i>Scolytidae</i>		
Короед типограф – <i>Ips typographus</i> L.	100	высокая
Короед двойник – <i>Ips duplicatus</i> Sahlb.	33	средняя
Гравер обыкновенный – <i>Pityogenes chalcographus</i>	66	средняя
Семейство усачи – <i>Cerambycidae</i>		
Черный еловый усач – <i>Monochamus sutor</i> L.	40	средняя

Встречаемость короеда типограф на модельных деревьях составляет 100%, его можно считать основной причиной усыхания ельников.

Исследования по оценке состояния еловых древостоев представлены в таблице 3.

**Таблица 3 – Динамика заселения ельников типографом**

Номер пробной площади	Количество деревьев, шт	Отпад							
		текущий				общий			
		всего		заселенных		всего		заселенных и отработанных	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
1	151	26	17,2	7	26,9	34	22,5	15	44,1
2	148	22	14,8	8	36,4	35	23,6	21	61,7
3	140	18	12,9	7	38,9	27	19,3	17	65,8
4	161	15	9,3	5	0,33	34	21,1	19	55,9
5	136	17	12,6	7	41,1	17	13,3	16	94,4
6	174	26	11,5	6	30,0	37	21,2	20	54,1
Всего	910	134	14,7	40	31,0	193	21,2	105	54,4

Анализ результатов показывает, что деревья IV–V категории состояния (текущий отпад) заселены или отработаны типографом примерно на 31%, а деревья IV–VI категории (общий отпад) – примерно на 59%. Отпад заселен не полностью и для короеда типографа еще имеется кормовая база.

Короед типограф заселяет ослабленные деревья и приводит их к гибели. Чтобы оценить роль типографа в снижении биологической устойчивости ельников, мы определили показатели его численности на моделях. Эти показатели в насаждениях разного возраста приведены в таблице 4.

**Таблица 4 – Показатели численности короеда типографа в насаждениях разного возраста**

Возраст, лет	Тип леса	Пробная площадь	Популяционный показатель					
			плотность		продукция		энергия размножения	
			экз./дм <sup>2</sup>	оценка	экз./дм <sup>2</sup>	оценка	абсолютная	оценка
85	Е. кис.	1	2,4	низкая	5,1	низкая	2,1	средняя
75	Е. кис.	3	3,1	низкая	9,9	низкая	2,9	средняя
75	Е. кис.	4	2,2	низкая	4,2	низкая	1,9	средняя
75	Е. кис.	5	2,4	низкая	5,3	низкая	2,2	средняя
60	Е. кис.	6	3,6	средняя	10,3	средняя	2,9	средняя
60	Е. кис.	2	2,9	низкая	7,0	низкая	2,4	средняя

Из таблицы видно, что в обследованных ельниках разных возрастов (60–85 лет) во всех случаях идет заселение короедом типографом. Плотность заселения на пробных площадях – низкая и средняя, продукция вредителей низкая, а энергия размножения короеда типографа на всех пробных площадях средняя, что говорит о необходимости проведения защитных мероприятий против этогоксилофага.

Составленная база данных ельников показала, что довольно большую площадь занимают ельники с нарушенной биологической устойчивостью и нуждающиеся в проведении выборочных санитарных рубок (7,1 га) и уборки захламленности (117,4 га).

Запроектированные мероприятия позволят улучшить санитарное состояние и повысить биологическую устойчивость еловых насаждений Дзержинского лесничества, снизят угрозу возникновения новых очагов стволовых вредителей (таблица 5).

**Таблица 5 – Проект мероприятий по повышению биологической устойчивости ельников**

Наименование мероприятия	Номер квартала	Объем работ	Срок выполнения
<b>Санитарно-оздоровительные мероприятия</b>			
Выборочные санитарные рубки, м3/га	58, 70, 28	273/7,1	май – сентябрь
Уборка захламленности, м3/га	21, 27, 28, 33, 37, 42, 47, 74, 77, 68, 85, 112, 115, 117, 130	1 800/72	май – сентябрь
Выкладка ловчих деревьев, м3	74, 20	7	февраль – март
<b>Специальные мероприятия</b>			
Огораживание муравейников, шт.	112, 115, 117	30	июнь
Изготовление и развешивание гнездовых птиц, шт.	42, 44, 47	80	октябрь
Феромонные ловушки, шт.	68, 85	30	март

Реализация предлагаемых защитных мероприятий позволит повысить биологическую устойчивость ельников лесничества, улучшить их санитарное состояние, предупредить формирование новых очаговксилофагов.

УДК 630\*41:630\*232.32

Маг. Е.И. Семейко

Науч. рук. доц. А.И. Блинцов

(кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

## **ПУТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОЧАГОВ ПОЧВООБИТАЮЩИХ ВРЕДИТЕЛЕЙ В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ**

В настоящее время в Беларуси имеется более 60 постоянных и 100 временных лесных питомников общей площадью почти 1400 га. В питомниках ежегодно выращивается более 300 млн. штук семян и саженцев. Основная задача питомников - обеспечение работ по лесовосстановлению и лесоразведению качественным посадочным материалом. Постоянное увеличение объемов лесокультурных работ требует интенсификации процессов выращивания посадочного материала, повышения его качества, что невозможно без эффективной защиты от вредных организмов. В последние несколько лет в системе Министерства лесного хозяйства все чаще отмечаются повреждения растений в питомниках почвообитающими насекомыми вредителями корней, наносящими значительный ущерб посевному и посадочному материалу. Определение видового состава, распространенности и вредности этих ризофагов имеет важное значение для организации лесозащитных работ в питомниках.

К группе вредных почвообитающих насекомых, повреждающих корни древесных и кустарниковых пород в лесных питомниках, относятся личинки пластинчатоусых (хрущи), шелконов (проволочники), медведки, комары-долгоножки, подгрызающие совки. Почва для них является основной средой обитания и развития. Взрослые насекомые (имаго) откладывают яйца в почву, где протекает их наибольшая часть жизни, питание и развитие вплоть до выхода взрослой фазы насекомого. Наибольшую опасность почвообитающие вредители представляют в посевном отделении питомника, где они уничтожают высеянные семена, повреждают всходы и корни семян.

При закладке питомника на его территории обычно формируются очаги многоядных вредителей, которые обитали на этой площади или мигрировали из окружающих насаждений, в первую очередь - почвообитающих насекомых. В питомниках, заложенных на участках рядом с сельскохозяйственным использованием, могут возникать очаги вредителей, перешедших с сельскохозяйственных культур. В питомниках, расположенных вблизи или внутри лесных массивов, нередко формируются очаги лесных насекомых, тем более что лесные насаждения служат источником дополнительного и возобновительного питания для имаго многих почвообитающих вредителей во время лета и

откладки яиц.

Распространению очагов хрущей способствуют нарушения правил ведения лесного хозяйства – несвоевременность облесения вырубок, ветровалов и буреломов, гарей, а в последние годы и передача бывших сельскохозяйственных земель в Гослесфонд.

В результате проведенных почвенных обследований на территориях постоянных и временных лесных питомников в 2015-2016 гг. во всех лесорастительных районах, в соответствии с геоботаническим районированием Беларуси, нами выявлено 7 видов пластинчатоусых-ризофагов, относящихся к 6 родам двух подсемейств *Melolonthinae* и *Rutelinae*. Это виды: *Melolontha melolontha* L. – западный и *M. hippocastani* F. – восточный майские хрущи. *Amphimallon solstitidae* L. – июньский хрущ (нехрущ). *Phylloporuta horticola* L. – садовый хрущик, *Anomala (=Euchlora) dubia* Scop. – металлический цветоед, или луговой хрущик, *Anisoplia segetum* Hrbst. – полевой, или посевной, хрущ (кузька), *Rhizotrogus aestivus* Ol. - летний корнегрыз [1].

В Минском ГПЛХО были проведены лесопатологические обследования питомников нескольких ГЛХУ. В ГЛХУ «Логойский лесхоз» обследованы посевные отделения сосны обыкновенной 2016 г. площадью 1,73 га, ели европейской 2015 г. площадью 1,23 га. В посевном отделении ели европейской, в строках с недостающими растениями, проводились раскопки почвы в результате которых были обнаружены личинки пластинчатоусых-ризофагов (майские хрущи, садовый хрущик). Состояние посадочного материала в целом в настоящее время хорошее.

Среди ГЛХУ Брестского ГПЛХО нами обследованы постоянные лесные питомники Лунинецкого и Пинского лесхозов. В питомнике Лунинецкого лесхоза обследованы посевное отделение ели европейской (посев 2016 г.) площадью 0,1 га, школьное отделение ели, посевное отделение дуба черешчатого (посев 2014 г.) площадью 0,01 га. В лесном питомнике Пинского лесхоза (Ивановское лесничество), общей площадью 10,03 га проведено обследование посевных (одно- и двухлетки) отделений сосны обыкновенной площадью 0,2 и 0,12 га соответственно, школьных отделений ели европейской (октябрь 2015 г. и апрель 2016 г.) площадью 0,2 и 0,25 га соответственно, посевы дуба черешчатого (ноябрь 2014 г.) площадью 0,02 га. Состояние посадочного материала хорошее. Почвообитающих вредителей при рекогносцировочном обследовании не обнаружено. При этом, конечно, сроки (август – сентябрь) и особенности обследования почвы в питомниках не всегда позволяют достоверно зафиксировать отсутствие ризофагов.

В Гродненском ГПЛХО в 2016 г. нами проведено почвенное обследование посевных отделений сосны и ели постоянного лесного питомника ГЛХУ «Новогрудский лесхоз». Состояние посадочного материала отмечено как удовлетворительное. В посевных лентах присутствовало значительное количество усыхающих и усохших растений. Однако повреждений их корневых систем насекомыми-ризофагами единичное.

В постоянном лесном питомнике ГОЛХУ «Оршанский опытный лесхоз» Витебского ГПЛХО (общая площадь 23,4 га) были обследованы школьные отделения ели европейской 2014 и 2015 гг. создания площадью 0,7 и 0,52 га соответственно.

Состояние посадочного материала хорошее, почвообитающих вредителей не обнаружено. Также почвенное обследование проведено в посевных отделениях сосны и ели 2016 и 2015 гг. высева площадью 0,7 и 0,08 га соответственно. Состояние посадочного материала можно оценить как хорошее. Единично в посевных строках присутствовали усыхающие и усохшие растения. Видимых признаков их повреждения ризофагами не установлено.

В питомнике ГЛХУ «Витебский лесхоз» (Лужеснянское лесничество) почвенное обследование проводили в посевных отделениях сосны 0,84 га (2016 г.) и 0,2 га (2015 г.), а также в школьном отделении ели европейской (2,1 га) 2015 г. создания. В посевах присутствовали выпадения растений, имелись усыхающие и усохшие сеянцы. Однако повреждений корневых систем насекомыми-ризофагами не обнаружено.

В обследованных лесных питомниках ряда ГЛХУ вредители-ризофаги отмечались единично. В целом при хорошей оценке состояния посадочного материала хвойных древесных пород в большинстве посевных и школьных отделений, во многих случаях, при наличии личинок хрущей в почве, имеется угроза повреждения посадочного материала насекомыми-ризофагами, что требует как организации лесопатологического надзора, так и защитных мероприятий. Тем более, что угроза дальнейшей заселения почв питомников существует постоянно из-за ежегодного лёта жуков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пластинчатоусые-ризофаги – вредители посадочного материала в лесных питомниках Беларуси / А.В. Козел, А.И. Блинцов, А.В. Хвасько, Ю.А. Ларина, Е.И. Семейко, Н.В. Гордей, Н.Л. Севницкая // Лесное хозяйство: тез. докл. 81-й науч.-технич. конф. профес.-преподават. состава, научных сотрудников и аспирантов. Электронный ресурс. Минск, 01–12 февраля 2017 г. / Минск: БГТУ, 2017. – С. 79.

УДК 630\*443.3

Студ. Т.А. Иваненко

Науч. рук. асс. А.В. Козел

(кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

**САНИТАРНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ  
В СОСНЯКАХ ВЕТРИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА  
ГЛХУ «ПОЛОЦКИЙ ЛЕСХОЗ»**

Санитарно-оздоровительные мероприятия – это комплекс мероприятий, направленных на оздоровление и улучшение состояния насаждений, поддержание их биологической устойчивости, целевых функций и биологического разнообразия.

Для достижения этого, ведущие лесное хозяйство пользователи, обязаны планировать и осуществлять в установленном техническом кодексе порядке следующие санитарно-оздоровительные мероприятия (СОМ): выборочные санитарные рубки; сплошные санитарные рубки; уборку захламленности; выкладку ловчих деревьев; другие необходимые меры защиты растущего леса и находящейся в лесу древесины от вредителей и инфекционных болезней. Основными целями СОМ являются: снижение запаса стволовых вредителей, уровня их численности, уменьшение инфекционного фона болезней, снижение возможных потерь от насекомых и болезней, утилизирование отпада, увеличение объема древесины, получаемой от промежуточного пользования лесом, обеспечение противопожарной роли. СОМ входят в систему профилактических мероприятий.

Исследования были проведены в сосновых насаждениях Ветринского лесничества Полоцкого лесхоза. В ходе лесопатологического обследования, проведенного рекогносцировочным и детальным методами установлено, что в сосняках наиболее распространены такие заболевания как пестрая ситовая гниль корней (109,8 га) и смоляной рак (31,5 га).

Распределение площади, зараженной пестрой ситовой гнилью корней сосны (корневой губкой), по степени развития заболевания приведено в таблице 1.

**Таблица 1 – Распределение зараженной корневой губкой площади по степени поражения**

Пораженная площадь, га/%	Распределение насаждений по степени поражения, га/%		
	слабая	средняя	сильная
<u>109,8</u>	<u>57,6</u>	<u>49,0</u>	<u>3,2</u>
100,0	52,5	44,6	2,9

В лесничестве выявлены все степени развития болезни. Так,

насаждения слабой степени зараженности занимают 57,6 га или 52,5% пораженной площади. Насаждения средней степени зараженности – 49,0 га или 44,6%, а насаждения сильной степени поражения занимают территорию в 3,2 га, что составляет 2,9% от всей пораженной площади.

В связи с тем, что предотвратить усыхание сосняков, где выявлены очаги корневой губки невозможно, необходимо свести к минимуму потери древесины и экологический ущерб от данного заболевания.

Известно, что при длительном развитии пестрой ситовой гнили корней сосны происходит дальнейшее ослабление и распад насаждений. Наибольшую эффективность дают мероприятия, проводимые при слабой степени поражения, поэтому для профилактики и оздоровления сосновых насаждений от корневой губки необходимо проведение целого комплекса санитарно-оздоровительных мероприятий, которые, в свою очередь, окажут влияние на повышение продуктивности лесов, улучшат использование земель лесного фонда и лесных ресурсов.

В сосновых насаждениях пораженных корневой губкой в слабой и средней степени рекомендуем проведение выборочных санитарных рубок. При проведении выборочных санитарных рубок, в насаждениях создаются условия для снижения или остановки развития болезни, улучшается лесная обстановка, изменяется освещенность под пологом леса, что приводит к развитию подлеска и напочвенного покрова. Одновременно происходит изменение в составе микрофлоры почвы, в результате чего снижается вредная деятельность корневой губки. В сосновых насаждениях сильной степени поражения проводят сплошные санитарные рубки.

В хвойных насаждениях вырубке подлежат деревья IV–VI категорий состояния. При наличии в очагах корневых гнилей, стволовых вредителей, сильно ослабленные деревья вредителями также обязательно вырубятся. После проведения выборочной санитарной рубки полнота насаждения не должна быть ниже 0,5. Все деревья, подлежащие вырубке, при отводе лесосек клеймятся. Выборочные санитарные рубки (ВСП) в насаждениях, пораженных корневой губкой в средней степени планируем на площади 26,7 га. В действующих и возникших очагах в процессе рубки будем удалять усыхающие, усохшие, ветровальные, сильно ослабленные деревья и ослабленные деревья. Согласно данным пробных площадей интенсивность изреживания составляет в них от 5% до 20%. В остальных насаждениях, поврежденных корневой губкой в слабой степени, более целесообразно провести уборку захламленности. На ее долю приходится 34,0 га.

Участки насаждений, расстроенные в средней степени, и требующие проведения рубок большей интенсивности, занимают площадь 49,0 га. В данных древостоях ясно выражено куртинное отмирание деревьев и имеются прогалины. Отмечено заселение стволовыми вредителями большинства деревьев IV–VI категорий состояния. Своевременное проведение этих рубок будет способствовать снижению численности ксилофагов и увеличению выхода деловой древесины. На корню оставляем только хорошо развитые деревья сосны и примесь лиственных пород. Как правило, также вырубам все деревья IV–VI категорий состояния, расположенные в межочаговом пространстве. Выборка составляет 15%.

На участке поврежденном корневой губкой в сильной степени планируем проведение сплошной санитарной рубки (ССР) на площади 3,2 га. В результате ее проведения, на образовавшейся площади целесообразно создать лесные культуры с большой долей лиственных пород.

На основании принятого объема необходимо установить время и очередность планируемых работ с учетом производственных возможностей лесхоза и его подразделений. Учитывая принятый ежегодный размер выборочных санитарных рубок в лесхозе, планируемые работы по рубкам и уборке захламленности следует выполнить в течение двух лет. Проект санитарно-оздоровительных мероприятий по оздоровлению сосновых насаждений Ветринского лесничества ГЛХУ «Полоцкий лесхоз» представлен в таблице 2.

**Таблица 2 – Проект мероприятий по оздоровлению сосновых насаждений**

Наименование мероприятия	Площадь, га	Выбираемый запас, м <sup>3</sup>	Время проведения, год
Выборочная санитарная рубка	108,1	3326	2017–2018
Сплошная санитарная рубка	14,0	2882	2017–2018
Уборка захламленности	49,7	701	2017–2018
Создание смешанных по составу лесных культур	3,2	–	2017
Лесопатологический надзор	171,8	–	Ежегодно

В нашем случае, для оздоровления сосновых насаждений лесничества, необходимо провести выборочные санитарные рубки и уборку захламленности в древостоях, пораженных корневой губкой на площади 108,1 га и 49,7 га соответственно. Общая площадь насаждений, назначенных в лесопатологический надзор, составляет 171,8 га. Площадь насаждений, утративших биологическую устойчивость и назначенных под сплошную санитарную рубку, составляет 14,0 га, в том

числе на площади 3,2 га в 2017 г. запланировано создание лесных культур с долей участия лиственных пород не менее 40%.  
УДК 630\*443.3

Студ. А.А. Колотовкина  
Науч. рук. асс. А.В. Козел

(кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

## **САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ СОСНЯКОВ ШУМИЛИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ИХ УСТОЙЧИВОСТИ**

С целью оценки санитарного состояния сосновых насаждений Шумилинского лесничества нами проведено рекогносцировочное лесопатологическое обследование на площади 855,5 га. Оно осуществлялось по ходовым линиям, в качестве которых использовали визиры, просеки, лесные дороги и тропы и иногда маршрутные линии, задаваемые по компасу. Обязательному осмотру подлежали неблагополучные по состоянию участки леса, о которых имеются сведения в лесничестве. На все выделы, намеченные к обследованию, делали выписки из таксационного описания. При этом все обследуемые насаждения по комплексу индикаторных показателей (размер текущего и общего отпада (усыхания) и его характеристика, поврежденность древостоя вредителями, болезнями, и воздействия на него других неблагоприятных факторов; состояние лесной среды и др.) подразделялись на три класса биологической устойчивости или жизнеспособности: I – биологически устойчивые; II – с нарушенной устойчивостью; III – утратившие устойчивость.

Распределение обследованных сосновых насаждений по классам биологической устойчивости приведено в таблице 1.

**Таблица 1 – Распределение обследованных сосновых насаждений по классам биологической устойчивости**

Наименование показателя	Площадь	
	га	%
Обследовано сосновых насаждений, всего	855,5	100,0
Из них:		
I класс биологической устойчивости	724,2	84,6
II класс биологической устойчивости	131,3	15,3
III класс биологической устойчивости	–	–

Среди обследованных насаждений преобладают насаждения I класса биологической устойчивости (84,6%). Насаждения, имеющие II класс биологической устойчивости, составляют 15,3% обследованной площади, насаждения, имеющие III класс биологической устойчиво-

сти, не были обнаружены в ходе обследования. Таким образом, большинство сосняков Шумилинского лесничества имеют удовлетворительное санитарное состояние. Средний класс биологической устойчивости по данным рекогносцировочного обследования составляет I,2.

Основными факторами, оказывающими значительное влияние на снижение биологической устойчивости сосновых древостоев лесничества, являются фитопатогенные организмы и неблагоприятные погодные условия. Данные об объемах пораженных насаждений и о причинах поражения приведены в таблице 2.

**Таблица 2 – Основные причины нарушения биологической устойчивости обследованных сосновых насаждений**

Наименование показателя	Площадь	
	га	%
Обследовано сосновых насаждений, всего	855,5	100,0
Насаждения, имеющие неудовлетворительное санитарное состояние, всего	131,3	15,3
В том числе по причинам:		
– смоляной рак	31,7	3,7
– корневая губка	75,9	8,8
– неблагоприятные погодные условия (ветровал, бурелом)	23,7	2,8

При проведении рекогносцировочного лесопатологического обследования были выявлены следующие причины ухудшения санитарного состояния сосновых насаждений: поражение корневой губкой, смоляным раком, повреждения неблагоприятными погодными условиями (ветровал, бурелом).

Следует отметить, что наибольшая площадь сосновых насаждений поражена корневой губкой – 75,9 га обследованной площади, смоляным раком поражено 31,7 га обследованной площади, неблагоприятными погодными условиями (ветровал бурелом) – 23,7 га обследованной площади.

Согласно данным обследования, насаждения, имеющие неудовлетворительное санитарное состояние, составляют 131,3 га или 15,3% обследованной площади, из них корневой губкой поражено 8,8%, смоляным раком – 3,7%, неблагоприятными погодными условиями 2,8%.

Сосновые насаждения Шумилинского лесничества поражены корневой губкой в основном в слабой степени. Известно, что при длительном развитии заболевания происходит дальнейшее ослабление и распад насаждений. Поэтому наибольшую эффективность дают меро-

приятия, проводимые при слабой степени поражениям, поэтому для профилактики и оздоровления сосновых насаждений от корневой губки необходимо проведение целого комплекса санитарно-оздоровительных мероприятий, которые, в свою очередь, окажут влияние на повышение продуктивности лесов, улучшат использование земель лесного фонда и лесных ресурсов.

В сосновых насаждениях пораженных корневой губкой в слабой и средней степени рекомендуем проведение выборочных санитарных рубок разной степени интенсивности, при этом вырубке подлежат деревья IV–VI категорий состояния. В окнах, образовавшихся при проведении выборочных санитарных рубок в очагах корневой губки, планируем проведение содействия естественному возобновлению путем измельчения порубочных остатков и их разбрасывания, а также путем минерализации почвы.

Текущее лесопатологическое обследование планируется в лесничестве ежегодно и охватывает насаждения наиболее подверженные заселению вредителями и поражению болезнями (чистые, преимущественно искусственного происхождения, произрастающие в относительно богатых умеренно увлажненных условиях), а также насаждения, где вредители и болезни отмечались ранее.

На основании принятого объема нами установлено время и очередность планируемых работ с учетом производственных возможностей лесничества. Планируемые мероприятия представлены в таблице 3.

**Таблица 3 – Планируемые мероприятия в сосновых насаждениях**

Вид мероприятия	Объём работ		Сроки проведения
	га	м <sup>3</sup>	
Лесопатологическое обследование	131,3	–	Июнь – сентябрь, ежегодно
Уборка захламленности	89,7	1 168	Февраль – апрель 2017 гг.
Выборочные санитарные рубки:			
– смоляной рак	3,4	106	Ноябрь – декабрь 2017
– корневая губка	20,5	778	Апрель – сентябрь 2017
Рубки ухода	6,4	252	Апрель – июнь 2017

Осуществление запроектованных мероприятий позволит в некоторой степени создать условия для снижения или остановки развития заболеваний, улучшить лесную обстановку, изменить освещенность под пологом леса, что приведет к развитию подлеска и напочвенного покрова.

УДК 630.15

Д.О. Лях, И.В. Канчанин  
 Науч. рук. доц. Д.А. Подошвелев  
 (кафедра охотоведения, БГТУ)

## СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОПУЛЯЦИЙ ОХОТНИЧЬИХ ЖИВОТНЫХ СЕМЕЙСТВА ОЛЕНЬИХ В ГЛУ «МИНСКИЙ ЛЕСХОЗ»

Охотничье хозяйство ГЛУ «Минский лесхоз» расположено в северо-восточной части Дзержинского района Минской области. Общая площадь охотничьих угодий составляет 17,6 тыс. га. Из них лесные охотничьи угодья занимают – 36,3% от общей площади. Наиболее распространенным лесным типом охотничьих угодий является ельник сырой и мокрый, который занимает 8,3% территории хозяйства. Полевые охотничьи угодья занимают – 63,1% от площади угодий и представлены в основном пашнями и лугами. Водно-болотные угодья занимают наименьшую площадь – 98 га, что составляет 0,6% от всей площади угодий.

На территории хозяйства преобладает зона преимущественного ведения охотничьего хозяйства на копытных животных «зона А» – 13,0 тыс. га. Также выделяют зоны преимущественного ведения охотничьего хозяйства на мелкую дичь «зона Б» – 3,1 тыс. га, зона покоя «зона В» – 1,4 тыс. га, натаски охотничьих собак «зона Г» – 0,1 тыс. га.

В охотничьем хозяйстве ГЛУ «Минский лесхоз» основным методом учета является маршрутно-окладной метод учета. Это комплексный вид учета, основанный на зависимости между числом следов, оставленных зверями на определенном отрезке маршрута за суточный интервал, и количеством зверей на определенной площади. Численность копытных охотничьих животных в охотничьем хозяйстве ГЛУ «Минский лесхоз» за 2011–2016 гг. приведена в таблице 1.

**Таблица 1 – Численность охотничьих животных за 2011–2016 г.**

В особях

Вид охотничьего животного	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Лось	2	16	16	23	28	29
Косуля	40	51	65	84	90	102
Кабан	57	82	120	3	8	9
Олень благородн.	–	30	31	42	59	63

Из таблицы 1 видно, что численность всех видов семейства

оленьих с каждым годом увеличивается. Так численность лося с 2011 г. увеличилась с 2 до 29 особей, а косули с 40 до 102 особей. Увеличение численности копытных наблюдается благодаря миграции из соседних хозяйств, а также созданию благоприятных условий для развития популяции охотничьих животных и охране охотугодий.

По данным многолетних наблюдений специалистов охотничьего хозяйства и ученых, уточненным при проведении охотоустроительных работ, естественный среднегодовой хозяйственный прирост в республике в популяции лося составляет 16%, косули – 20%.

Фактический среднегодовой хозяйственный прирост в целом по республике с учетом объемов добычи составляет в популяции лося – 5,1%, косули – 10,2%.

По данным таблицы 1 и сведений о добычи нами был произведен расчет хозяйственного прироста для каждого вида оленевых по годам.

Результаты приведены в таблице 2.

**Таблица 2 – Хозяйственный прирост оленьих по годам**

Вид копытного	Хозяйственный прирост по годам, %					Среднее значение
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	
Лось	700	0	43,8	21,7	7,1	154,5
Косуля	35,0	37,3	38,5	8,3	25,6	28,9
Олень	–	3,3	35,5	50,0	16,9	26,4

Как видно из таблицы 2, среднее значение хозяйственного прироста по лосю составляет 154,5%.

Однако при расчетах среднегодового хозяйственного прироста мы не будем учитывать 2011 и 2012 гг., поскольку в данный период наблюдалась миграция лосей с ближайших территорий.

В последние годы это явление наблюдается в меньшей степени. В связи с этим при расчете среднегодового хозяйственного прироста будем использовать данные за последние три года. За 2013–2015 гг. он составил 24,2%, что выше, чем в среднем по Беларуси (5,1%).

Средний процент прироста по косуле составляет 15,8 % – выше, чем в среднем по Беларуси (10,2%) и ниже естественного среднегодового хозяйственного прироста (20,0%).

В результате проведенной нами бонитировки охотничьих угодий и данных, предложенных охотустройством, оптимальная численность охотничьих животных, составила: олень благородный – 38 особи, лось – 70 особи, косуля – 110 особи.

Общее количество древесно-веточных кормов в хозяйстве составило 327 736 кг.

В качестве биотехнических мероприятий планируется создание солонцов, подкормочных площадок, кормовых полей, кормохранилища и закупка кормов.

Одной из целей проводимых мероприятий является достижение численности особей каждого вида животных оптимальной.

Согласно нашим расчетам, фактическая численность оленя в 2016 г. уже превышает оптимальную и составляет 63 особи. В дальнейшем запроектируем поддержание популяции оленя на уровне оптимальной численности.

Оптимальная численность популяции косули будет достигнута в 2018 г.

К основным видам затрат относятся затраты на содержание егерской службы, затраты на охрану охотугодий, затраты на содержание охотничьего комплекса, затраты на биотехнические мероприятия.

Многие биотехнические мероприятия такие как заготовка сена, веников, устройство кормушек для оленя благородного и косули проводятся силами егерей и поэтому стоимость этих работ частично отражена в заработной плате.

Для анализа экономической эффективности проведем расчет окупаемости охотхозяйства. Данные расчета по годам приведены в таблице 3.

**Таблица 3 – Расчет окупаемости охотничьего хозяйства**

Годы	Затраты, руб.	Доходы, руб.	Окупаемость, %
2017	21 146	21 147	100,0
2018	23 228	23 437	100,9
2019	25 842	26 273	101,7
2020	27 920	28 762	103,0
2021	30 606	32 248	105,4

Из таблицы 3.11 видно, что запроектированная окупаемость охотничьего хозяйства на ближайшие 5 лет будет колебаться от 100,0% до 105,4%. В среднем за 5 лет окупаемость достигнет уровня 102,2%.

Анализ местного опыта показывает, что патрулирование территории охотхозяйства сократило число правонарушений среди охотников и местного населения.

В целом состояние охотничьего хозяйства находится в хорошем состоянии.

УДК 630.15

М.Ю. Вонселев, Е.В. Флорьянович  
Науч. рук. доц. Д.А. Подошвелев  
(кафедра охотоведения, БГТУ)

**ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ВОЛЬЕРА ДЛЯ ЛАНИ  
ЕВРОПЕЙСКОЙ В ОХОТНИЧЬЕМ ХОЗЯЙСТВЕ  
ГЛХУ «БЕЛЫНИЧСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

На современном этапе развития охотничьего хозяйства актуальной проблемой стало уменьшение количества видов ресурсно-ценных охотничьих копытных животных. В XX веке с территории Республики Беларусь (далее – Беларусь) полностью исчезли лань европейская и зубр, а ранее, в средневековье, полностью истребили лесного тарпана. На текущий момент остро стоит проблема депопуляции дикого кабана из-за эпизоотии африканской чумы свиней, что в последующем может привести к полному исчезновению этого вида с территории Беларуси. С экономической точки зрения кабан являлся основным охотничьим видом, и запрет на его добычу привел к снижению рентабельности ведения охотничьего хозяйства.

В сложившейся ситуации актуальным решением для развития и увеличения доходности охотничьего хозяйства является организация вольеров для разведения и содержания новых видов охотничьих животных. Обращаясь к зарубежному опыту, прослеживается тенденция увеличения числа вольерных хозяйств. Примером таких хозяйств является хозяйство польского Союза охотников (г. Чемпени, Республика Польша) и Сигитаса Петрайтиса (г. Йонишкис, Республика Литва). В Беларуси ряд охотничьих хозяйств уже практикуют вольерное разведение, наиболее успешные из них охотхозяйства ГЛХУ «Островецкий лесхоз» и «Красный бор». Цели создания вольерных хозяйств в основном направлены на развитие охотничьего и экологического туризма, продажи диких животных, заготовки мяса.

В охотничьем хозяйстве ГЛХУ «Белыничский лесхоз» предлагается создание охотничьего вольера для содержания и разведения лани европейской.

Участок для вольера подобран с учетом положения «О создании вольеров» и в соответствии с постановлением Минприроды от 27.02.2007 года №16.

Согласно нормативным актам размер охотничьего вольера должен быть не менее 100 га, а минимальная площадь на одно вселяемое животное лани европейской должна составлять не менее 1 га – это связано биологией вида, т.к. чрезмерная плотность может привести к гибели всей группы вселяемой в вольер.

Проектируемый вольер будет располагаться на территории Бельничского лесничества кварталы 24 и 28, общая площадь вольера 128 га. Наименование и характеристика типов угодий приводится в таблице 1.

**Таблица 1 – Распределение угодий по категориям и типам**

Наименование типов охотничьих угодий	Площадь, га	Доля, %
<b>Лесные</b>		
Бор сложный	95,6	74,7
Ельник сложный	11,8	9,2
Березняк сухой и сложный	4,3	3,4
Осинники	2,2	1,7
Итого лесных	113,9	89,0
<b>Полевые</b>		
Пашни	12,0	9,4
Кустарники	2,1	1,6
Итого полевых	14,1	11,0
Всего угодий	128,0	100

Полевые угодья на проектируемом участке занимают 14,1% от всей площади. Водопои для животных планируется создавать искусственно. Месторасположение вольера запроектировано в 6 км от города Бельнич, 50 км от г. Могилева и 150 км от г. Минска.

Закупка животных будет производиться осенью в фермерском хозяйстве Сигитаса Петraitиса, г. Йонишкис, Республики Литва. В данном фермерском хозяйстве будет приобретено 30 особей лани европейской, из них 8 самцов и 22 самки старше 2-х лет.

В Европе гибель молодняка до годовалого возраста у лани не превышает 5%.

Изучив опыт европейских вольерных хозяйств и ГЛХУ «Островецкий лесхоз», среднегодовой хозяйственный прирост лани принимается 35%. Запроектированный прирост численности и изъятия приводится в таблице 2.

**Таблица 2 – Планирование прироста численности и изъятия, особей**

Показатель	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Численность	30	41	55	59	64
Изъятие	–	–	11	12	13
Численность после изъятия	–	–	44	47	51

Как показывают исследования А.И. Козореза в вольере ГЛХУ «Островецкий лесхоз» острой проблемой вольерного содержания является нехватка естественных кормов для животных, что увеличивает негативное воздействие на экосистему вольера, а также снижение трофейных качеств особей.

Поэтому при управлении микропопуляцией лани европейской планируется внедрение компьютерной программы «Креатон», которая по опыту ведения хозяйства польского Союза охотников помогает решать ряд проблем связанных с контролем и планированием развития стада животных и минимизацией негативного воздействия на экосистему вольера, а также введение круглогодичной подкормки.

Параллельно с созданием вольера будет идти развитие экологического туризма на территории района расположения хозяйства. В план войдут создание экологических пешеходных и велосипедных маршрутов с включением в них посещения вольера и гидрологических заказников республиканского значения «Острова Дулебы» и «Заозерье». Немало важным пунктом при развитии хозяйства является правильный маркетинг своих услуг, поскольку понятная и легко доступная информация о хозяйстве повышает заинтересованность потенциальных клиентов.

Создание вольера это долгосрочный проект, с большим сроком окупаемости. Рентабельность будет достигнута уже на 5-й год работы. Общий доход составит 49316 руб. из них наибольшая доля доходов приходится на продажу животных – 40% и эксплуатацию охотничьего домика – 42%, от экотуризма – 16%, от проведения охот – 2%. Всего расходов по проекту – 46515 руб. из них наибольшие затраты составят: оплата персонала – 38%, содержание охотничьего комплекса 33%, закупка кормов – 27%. Доход составит 2802 руб.

При дальнейшем развитии вольера приоритетом развития будет экотуризм, продажа животных, наращивание количества трофейных особей. По возможности планируется наладить поставки мяса лани в рестораны Могилева, Минска, Москвы.

В целом создание охотничьего вольера для лани европейской в охотничьем хозяйстве ГЛХУ «Белыничский лесхоз» целесообразно и перспективно. Вольер позволит хозяйству выйти на новый уровень развития и более полного использования охотничьих угодий, а также привлечет новых клиентов для всего охотничьего хозяйства. Планирование строительства вольера должно осуществляться с организацией экотуризма в хозяйстве, так как охотничьи животные (в данном случае лань европейская) – это интереснейший объект для фотоохот и натуралистов-любителей.

УДК 630.15

Студ. М.С. Гурин, В.Н. Бурштын, Д.А. Климец  
Науч. рук. зав. каф. А.И. Козорез  
(кафедра охотоведения, БГТУ)

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ МЕГАФАУНЫ В ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСАХ НАЛИБОКСКАЯ ПУЩА И КРАСНЫЙ БОР**

К мегафауне принято относить крупных животных, вес тела которых превышает 50 кг. В наши дни понятие мегафауны неразрывно связывают с понятиями ревайлдинга и восстановления высокопродуктивных пастбищных экосистем характерных для конца плейстоцена начала голоцена.

Основными причинами краха данных экосистем в последнее время все больше называют уничтожение представителей мегафауны в результате неумеренной охоты человека. В связи с этим восстановление мегафауны рассматривается как один из вариантов повышения продуктивности экосистем и приведения их к устойчивому состоянию.

В качестве объектов исследований нами были подобраны два крупных природно-территориальных комплекса на различных этапах восстановления мегафауны: РЛЗ «Налибокский» и охотничье хозяйство «Красный Бор». На обоих объектах по площади преобладают лесные биогеоценозы. Также для обоих объектов характерно наличие всех сохранившихся в пределах Беларуси представителей мегафауны: зубр, лось, благородный олень, европейская косуля, кабан, медведь, волк, рысь.

С целью изучения восстановления представителей мегафауны и ценотических связей в биогеоценозах в 2015 году нами были начаты сравнительные исследования на выше приведенных объектах. Непосредственно в текущем году были изучены численность и плотность населения представителей мегафауны, их биотопическое распределение и воздействие на фитоценозы на двух модельных участках: ур. «Тяково» – РЛЗ «Налибокский» и ур. Ордавские-Макуты – охотхозяйство «Красный Бор». В обоих случаях участки являлись местами вселения копытных и в первую очередь зубра. Численный и видовой состав мегафауны на объектах исследований изучался при помощи следующих методов учета:

- учет копытных по зимним экскрементам;
- учет оленя благородного и лося в период гона;
- учет крупных хищников методом картирования встреч и следов;
- учет мегафауны с помощью камер фотофиксации.

Процесс ревайлдинга на территории РЛЗ «Налибокский» длится не менее 40 лет. В 1973 году сюда вселили благородных оленей, в 1994 г. – зубров. В последние 5 лет на территории РЛЗ «Налибокский» самостоятельно произошло восстановление небольшой группировки медведя (не менее 3 особей). В результате длительности процесса восстановления мегафауны в РЛЗ «Налибокский» крупные млекопитающие прочно вошли в состав биогеоценозов и восстановили характерные ценоотические связи. Численность копытных и хищников здесь достигли высоких показателей. Так плотность населения благородного оленя на модельном участке «Тяково» составила 20,2 ос./тыс. га (самцы – 10,0 ос./тыс.га, самки – 8,9 ос./тыс.га, сеголетки – 1,3 ос./тыс.га), лося – 11,6 ос./тыс. га (самцы – 4,4 ос./тыс.га, самки – 5,6 ос./тыс.га, сеголетки – 1,6 ос./тыс.га), косули – 6,0 ос./тыс.га, кабана – 15 ос./тыс.га, зубра – 20 ос./тыс.га (половозрелые самцы – 2 ос./тыс.га, самки и самцы в возрасте до 3,5 лет – 13 ос./тыс.га, сеголетки – 5 ос./тыс.га). Распределение диких копытных подвержено преимущественно естественным факторам (структура фитоценозов, популяционная структура, наличие хищников и пр.). Модельный участок входит в состав территорий обитания 1 волчьей стаи, численностью 5 особей и 1 взрослого медведя.

В охотхозяйстве «Красный Бор» искусственное восстановление мегафауны проходит в последние 5 – 10 лет. Здесь были вселены благородные олени (2009 г. и 2015) и зубры (2015 г.). Восстановление благородного оленя проводилось крупными партиями (120 ос. в 2009 г., более 200 ос. в 2015 г.), которые одновременно выпускались в уголья. В результате чего их численность разово достигла высокой численности. Однако следует отметить, что для расселения здесь использовалась форма благородного оленя со значительной степенью доместикиции. Зубры выпущены в 2015 году в количестве 42 особей. На основании проведенных исследований плотность населения и половозрастная структура копытных выглядит следующим образом: благородный олень – 17,9 ос./тыс. га (самцы – 8,7 ос./тыс.га, самки – 7,0 ос./тыс.га, сеголетки – 2,2 ос./тыс.га), лось – 26,4 ос./тыс. га (самцы – 9,9 ос./тыс.га, самки – 12,9 ос./тыс.га, сеголетки – 3,6 ос./тыс.га), косули – 0,1 ос./тыс.га, кабана – 5,0 ос./тыс.га, зубра – 5,0 ос./тыс.га (самцы - 1 ос./тыс.га, самки – 3 ос./тыс.га, сеголетки – 1 ос./тыс.га). Высокая интенсивность подкормки оказывает значительное влияние на биотопическое распределение оленя благородного. Основным фактором, который определяет распределение благородного оленя в лесах Красного Бора является

подкормка. Интенсивное регулирование численности волка также замедляет процесс восстановления оленя благородного как компонента биогеоценоза в «Красном Бору». Население крупных хищников и в частности волка нестабильно. На территории модельного участка отсутствуют территориальные волки.

Таким образом, на обоих модельных участках достигнуты высокие плотности населения диких копытных. Расчет биомассы копытных представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Биомасса копытных

Как видно из приведенных расчетов на модельных участках достигнуты высокие биомассы копытных, которые значительно превосходят средние значения по Беларуси. Это в первую очередь указывает на огромный потенциал в повышении продуктивности лесных экосистем за счет увеличения численности и видового состава диких копытных.

**Выводы.** Таким образом, на отдельных территориях в Беларуси проведено максимальное восстановление сохранившихся представителей мегафауны. На таких территориях биомасса диких копытных превышает средние показатели по Беларуси практически в 8 раз. Однако, при искусственном восстановлении и чрезмерном вмешательстве человека, восстановление мегафауны может приводить и к отдельным негативным последствиям.

Также следует продолжить опыт восстановления мегафауны путем вселения пастбищных видов травоядных – лошади Пржевальского и туроподобного скота.

УДК 711.57 (1-87)

Студ. А.П. Алёхно

Науч. рук. зав. каф. Т.М. Бурганская

(кафедра ландшафтного проектирования и садово-паркового строительства, БГТУ)

**ЗАРУБЕЖНАЯ ПРАКТИКА ОЗЕЛЕНЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ  
УЧРЕЖДЕНИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПОЛУЧЕНИЕ  
СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Приоритетность экологического образования сегодня признана всем мировым сообществом. Поэтому в настоящее время люди стали все больше внимания обращать на состояние территорий, прилегающих к их дому, месту работы, учебным заведениям и другим объектам социального значения. В этой связи многие территории общественного назначения, зачастую требуют совершенствования элементов благоустройства и озеленения. Школа является частью общеобразовательной среды, которая очень важна в процессе социализации, воспитания и развития личности ребенка. Школьный двор является местом проведения свободного времени ребенка, а также одной из составных частей процесса обучения. Проблема благоустройства пришкольной территории стала актуальной с первых лет ее существования. По мере роста и развития школы эта проблема остается актуальной и в настоящее время, что способствует формированию у учащихся экологического мышления, чувства ответственности за свою школу и желанием изменить ее облик в лучшую сторону [1].

В современной зарубежной практике озеленения и благоустройства пришкольных территории имеется интересный опыт решения рассматриваемой проблемы, который может быть использован при проектировании и строительстве аналогичных объектов. Одной из самых зеленых школ мира считается Marcel Sembat High School во Франции. Несмотря на то, что она расположена в городе и окружена малопривлекательными зданиями, школа пытается использовать каждый отведенный ей квадратный метр под создания газон. Большие пространства для занятий на свежем воздухе озеленены, а крыша представляет собой сплошной газон. Кроме крыши, все внутренние дворики засеяны травой. Главная идея состоит в том, что ребенок должен больше бывать на воздухе: постоянное сидение в классах вредит не только здоровью, но и мироощущению человека. В хорошую погоду уроки проводятся на газонах. Новая Крэнбрук Junior School в г. Сидней (Австралия) была разработана с учетом принципа создания «школы в парке». Разработанный ландшафтный дизайн призван совмещать обучение и игры. Ландшафт состоит из наклонных плоскостей. Большие участки газона позволяют разместиться на них детям

для совместных игр во время перемен. В качестве строительных материалов используются древесина и бетон. Деревянные платформы и лавочки служат местом для совместного отдыха детей, а бетонные «пуфики» предназначены для тех, кто хочет побыть один [2].

Новая средняя школа появилась и в городе Виль (Швейцария). Расположена она на месте бывшей ямы для гравия, рядом с жилыми домами. Территория решена в виде большого открытого пространства. Газон поднят над уровнем дорожек с помощью подпорных стенок, края которых оборудованы под лавочки. Цветники отсутствуют. Из древесной растительности используются дуб и граб. Школа BJØRNSLETTA находится в городе Осло (Норвегия). Она является начальной и средней школой, в которой на сегодняшний день обучается 800 детей. Территория школы характеризуется неровным рельефом с большим перепадом высот. Совместная работа дизайнеров и архитекторов позволила подчеркнуть эту особенность и превратить ее в достоинство школьной территории. Здание школы занимает большую площадь, поэтому его крыша используется для игр детей в свободное время. Школа имеет научный профиль. При благоустройстве были использованы экологически чистые материалы, а свободные территории покрыты разнообразной растительностью. Здесь очень мало площадок для парковки автомобилей, в то время как парковка для велосипедов является приоритетной задачей [3].

Детский сад-школа SHREWSBURY находится в городе Бангкок (Таиланд). Благоустройство площадки для игр призвано усилить разведочные чувства и социальное взаимодействие, которые содействуют развитию ребенка. На поле случайным образом размещены круговые лавочки, песочницы, деревянные перегородки высотой 1,2 м, элементы озеленения. Все эти формы напоминают раковину улитки. В озеленении используются ароматные тайские травы, чтобы развить у детей чувство запаха. На площадке присутствует велотрек, который извивается между установленными здесь малыми архитектурными формами. Вся площадка покрыта резиновой крошкой с преобладанием зеленого цвета, чтобы имитировать ощущение игры на газоне. Это также улучшает общую среду, которая является более приятной для чувствительных глаз детей. Растущие здесь деревья создают тень, а ассортимент кустарников подобран с учетом разнообразия текстуры и цвета [4].

Gjerdrum High School расположена в пологой местности, на которой остались следы бывших оврагов. Здание находится с северной стороны участка. Из него открывается вид на холмы, находящиеся далеко на юге. С западной стороны располагается фасад, оформленный

в виде стилизованных оврагов, связанных со зданием деревянными пирсами. Вдоль южной стены здания расположена баскетбольная и волейбольная площадки, беговая дорожка, ямы для прыжков в длину и настольный теннис. Эта зона также служит отличным местом для торжественных мероприятий, проводимых в школе. Есть возможность проводить уроки на свежем воздухе, т.к. здесь устроен очень тихий внутренний двор. Газон может служить местом для принятия солнечных ванн. Возле каждого дерева имеется табличка с норвежским и латинским названием растения, с указанием высоты и продолжительности жизни [5].

Таким образом, перспективными направлениями решения вопросов благоустройства и озеленения пришкольных территорий являются использование экологически чистых безопасных для детей строительных материалов, создание садов на искусственных основаниях, учебных классов на свежем воздухе, формирование коллекций травянистых и древесных растений, разнообразных тематических растительных композиций познавательного характера. Важным представляется также организация спортивной зоны и зоны тихого отдыха, оборудованных с учетом возрастных особенностей и интересов школьников.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Marcel Sembat High School [Электронный ресурс] / Marcel Sembat High School, описание, фото – Режим доступа: <http://nsportal.ru/shkola/biologiya/library/2012/11/27/proekt-ozelenenie-shkolnoy-territorii>. – Дата доступа: 24.04.2017.

2. Крэнбрук Junior School [Электронный ресурс] / Marcel Крэнбрук Junior School, описание, фото – Режим доступа: <http://www.landezine.com/index.php/2013/07/cranbrook-junior-school-by-aspect-studios/>. – Дата доступа: 24.04.2017.

3. Школа BJØRNSLETTA [Электронный ресурс] / Школа BJØRNSLETTA описание, фото – Режим доступа: <http://www.landezine.com/index.php/2016/02/bjornsletta-school-by-ostengen-bergo/>. – Дата доступа: 24.04.2017.

4. Детский сад-школа SHREWSBURY [Электронный ресурс] / Детский сад-школа SHREWSBURY, описание, фото – Режим доступа: <http://www.landezine.com/index.php/2012/07/shrewsbury-international-school-by-shma/>. – Дата доступа: 23.04.2017.

5. Gjerdrum High School [Электронный ресурс] / Gjerdrum High School описание, фото – Режим доступа: <http://www.landezine.com/index.php/2011/04/gjerdrum-high-school-by-ostengen-bergo-as>. – Дата доступа: 25.04.2017.

УДК 712.5

Маг. А.З. Альшевская

Науч. рук. доц. О.М. Березко

(кафедра ландшафтного проектирования и садово-паркового строительства, БГТУ)

## **ОПЫТ СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДСКИХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ**

Городские общественные пространства – это места невидимого, но постоянного диалога между городом и его жителями.

Роль публичного пространства в городе колоссальна. Оно выстраивает диалог горожан друг с другом, властью, гостями города [1].

Специалист, проектирующий общественную городскую среду, должен понимать, какое количество людей, с каким настроением сюда придет, какие действия они могут совершать.

Общественные пространства предполагают правила их пользования, они выполняют свою воспитательную роль.

Вольно или невольно, используя публичное пространство, человек вынужден соблюдать установленные нормы [2].

В развитых странах значительно больше развита дифференциация субкультур. Там, где есть досуг, у людей есть возможность определять свои интересы.

Девелоперы, занимающиеся развитием общественных пространств, в этом году ставили себе задачи по трем основным направлениям:

– удешевление и облегчение систем эксплуатации пространств. Отсюда устойчивые и экологичные решения: проницаемые покрытия, системы отведения дождевых вод, биодренажные каналы, светлые поверхности мощения, которые отражают свет и препятствуют перегреву;

– повышение климатического комфорта, поэтому почти в каждом выбранном объекте есть навесы, тенты, элементы адиабатического охлаждения, то есть фонтанов, искусственных прудов и озер;

– мультифункциональность. Пешеходные пространства включают не только места отдыха, но и площадки для игр, занятий спортом, пикников, рынков. В них одинаково комфортно как веселой компании, так и одинокому городскому мечтателю [3].

Вот пример самых ярких реализованных проектов, отвечающих заданным критериям и потенциально полезных для Минска.

**Площадь Берты Креггер.** Гамбург, Германия. Автор проекта: Relais Landschaft sarchitekten.

Целью архитектурного бюро было создание общественного пространства с уютной атмосферой, которое могло бы стать символом

всего квартала. Relais Landschaft sarchitekten удалось придать характер многофункциональности «потерянному» пустырю.

Теперь здесь есть место и для торговых лавок, и для прогулок, и для отдыха.

Центральная часть площади разделена сидячими островками, называемыми Sitztiden.

Скамейки имеют разную высоту и напоминают волны, деревья растут прямо сквозь них.

От площади идет проход к находящейся рядом железнодорожной станции.

Он так же, как и сама площадь, выложен серой брусчаткой. Его поверхность пересекают светлые плавные линии из бетонных плит, их задача – указывать направление от вокзала к общественному пространству.

**Центральная площадь в Эммене.** Эммен, Нидерланды. Автор проекта: Landschafts Architekten Stadtplaner.

Пример грандиозной реконструкции всего центра города. 26 тысяч квадратных метров стали новой достопримечательностью и самым большим общественным пространством Эммена.

Раньше площадь была заполнена автомобилями, но теперь она предназначена для пешеходов и велосипедистов, на ней большое количество уличной мебели.

Площадка, вымощенная натуральным камнем, деревянные навесы, зеленые зоны, необычное использование воды, солнечная терраса и потрясающее освещение – вот главные особенности этой площади.

Среди лучших проектов площадь в Эммене оказалась за то, как интересно и функционально на ней использована вода.

В северной части площади находится пруд, в котором высажены декоративные водные растения.

**Хафенпарк.** Франкфурт, Германия. Автор проекта: Sinai.

Хафенпарк – пример удачной трансформации индустриальной пустоши в публичный парк. В 2012 году там появилась первая часть парка – «Цементные джунгли» – скейт и BMX-парк.

Но начиная с 2013 года вдоль реки там начали появляться возможности для отдыха и более спокойных слоев населения.

Компании Sinai удалось переосмыслить территорию набережной: здесь появились раскидистые рощи, тенистые сады, приподнятые озелененные плато.

Удивительный пример того, как совместить агрессивный тип спорта, поля с фитнес-оборудованием и спокойные зеленые зоны. Здесь все та же приверженность основным тенденциям 2015 года:

проницаемые поверхности, не требующие установок дренажа, и светлые ненагревающиеся покрытия.

**Торговая линия и набережная.** Район Ультимо, Сидней. Автор проекта: Aspect Studio.

Открытие обновленной набережной в районе Ультимо делает Сидней еще более инновационным и экологичным городом. The Goods Line – стратегическое связующее звено и важное зеленое пространство для развивающейся части города.

Все организовано так, что места под коворкинг, пикник, ритейл или детскую площадку или теннисный стол тщательно продуманы и используются по назначению.

Этот уникальный парк раньше представлял собой железнодорожный коридор, который трансформировали в зеленую пешеходную вену одного из самых густонаселенных районов Сиднея.

Это пространство стало живой метафорой перехода от индустриального прошлого к инновационному и информационному будущему.

На набережной есть возможность проводить разные мероприятия и фестивали, она создает чувство общности в ранее заброшенном пространстве.

Намеренно нелинейный дизайн создает большое количество небольших субпространств, которые можно использовать для разных целей.

**Квартал Этьен-э-Фоиш Барак.** Ландау, Германия. Автор проекта: A24 Landschaft GmbH.

The State Horticultural Show Landau 2015 – проект грандиозного преобразования 27 гектаров на общий бюджет в 13 миллионов евро. Он обеспечит основу для будущего развития нового жилого квартала, для этой же цели на территории бывших военных объектов готовят площадки для отдыха и занятий спортом.

Огромная зеленая зона уже сыграла свою роль в развитии этого района.

Ей удалось привести к гармонии свежестроенные жилые дома и казармы. В центре нового квартала находится пруд со множеством водных растений. Площадка для спорта и отдыха расположилась на территории бывшего угольного склада.

Дизайн парка вдохновлен сдвигами тектонических плит в рифтовой долине Верхнего Рейна: необработанные края, разрывы и расщелившийся камень выглядят здесь очень эстетично.

**Кампус университета Монаш.** Мельбурн, Австралия. Автор проекта: Taylor Cullity Lethlean Landscape Architecture.

В эпоху развития онлайн-обучения университетские кампусы стали еще более значимыми для преподавателей и студентов. Аллеи, газоны, террасы и площадки для разных активностей имеют огромное количество возможностей для обучения, общения и питания. Архитектурное бюро постаралось создать в университете Монаша благодатную почву для обмена идеями и социализации, умственного и физического развития.

В центре кампуса теперь пространство для проведения мероприятий и терраса для спокойного отдыха на свежем воздухе. Пол центральной площадки украшен большим графическим рисунком. Тут находятся площадки для игры в баскетбол и настольный теннис.

Дороги и парковку превратили в площадку для прогулок с водными объектами, которая создает реальное ощущение пребывания в кампусе.

***Кампус Alumni Green Технологического университета в Сиднее.*** Сидней, Австралия. Автор проекта: Aspect Studio.

UTS Alumni Green – самое значимое открытое пространство Городского кампуса Технологического университета Сиднея. Оно делится на три части. «Зеленая зона» – приподнятая платформа с газоном, которая может быть использована для разных мероприятий и отдыха. Фигурные границы зоны используются как скамейки.

«Центральная зона» – пространство для сбора студентов и посетителей.

И «садовая зона» – оазис из деревьев, со столами, стульями, розетками, барбекю и площадками для игры в пинг-понг.

Пространство специально было разработано так, чтобы удовлетворять самые разные нужды. Здесь можно проводить концерты, показывать кино, устраивать вечеринки и пикники [3].

В любом современном городе требуется разумная и качественная организация общественных пространств, которая будет направлена на создание комфортной и интересной рекреационной среды для всех жителей. Городские пространства становятся привлекательными, когда в их структуре появляются объекты для людей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Нефедов, В.А. Ландшафтный дизайн и устойчивость среды / В.А. Нефедов. – Санкт-Петербург, 2002. – 295 с.
2. Дискуссия «Общественные пространства: как сделать?» в рамках проекта «Будущий Петербург». <http://rbcdaily.ru/soc>.
3. Студенческая библиотека. Десять лучших общественных пространств. <http://studbooks.net>.

УДК 712.422

Студ. И.Л. Борис

Науч. рук. зав. каф. Т.М. Бурганская

(кафедра ландшафтного проектирования и садово-паркового строительства, БГТУ)

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ  
ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ  
ФРУНЗЕНСКОГО РАЙОНА Г. МИНСКА**

Фрунзенский район – это «западные ворота» г. Минска для жителей города и многочисленных гостей столицы. Характерная картина, которую видит каждый, кто въезжает через эти ворота, – десятки башенных кранов на новостройках. Это значит, что район активно живет, строится, у него большое будущее. По данным на 2015 г. площадь Фрунзенского района г. Минска составила 5300 га, из них около 50% занимают озелененные территории. За коммунальным предприятием УП «Зеленстрой Фрунзенского района г. Минска» закреплено 975 га зеленых насаждений, в том числе 2 парка (парк 60-летия Октября, лесопарк «Медвежино»), 15 скверов, 2 бульвара, 4 фонтана, газоны вдоль 58 улиц, 14 водоемов, 36 прочих озелененных территорий. Несмотря на то, что Фрунзенский район столицы выглядит зеленым, объектов озеленения общего пользования недостаточно. В среднем по г. Минску площадь озелененных территорий общего пользования на одного жителя составляет 12 м<sup>2</sup>, во Фрунзенском районе – только 4,3 м<sup>2</sup>. С каждым годом увеличивается доля объемов работ по благоустройству и озеленению, выполняемых за счет средств субъектов хозяйствования. В 2014 г. силами УП «Зеленстрой Фрунзенского района» посажено 4216 деревьев и 17346 кустарников; произведен ремонт существующих и создание новых газонов общей площадью 18,79 га, а также выполнены работы по текущему содержанию объектов зеленого хозяйства на территории общей площадью 1100 га. За 7 месяцев 2015 г. также была проведена большая работа по благоустройству территории района: устроено 7,9 га газонов; высажено 3712 деревьев, 3855 кустарников и около 200 тыс. шт. цветочной рассады.

Немалая работа в районе ведется по благоустройству и реконструкции озелененных территорий, включая парки и скверы. Например, в связи с проведением Чемпионата мира по хоккею в 2014 г. с целью улучшения состояния сквера «Ольшевский» сотрудниками УП «Зеленстрой Фрунзенского района г. Минска» обустроен цветник, высажены хвойные деревья, выполнены работы по ремонту дорожно-тропиночной сети. За счет средств текущего содержания в феврале – марте 2013 г. силами УП «Зеленстрой Фрунзенского района» на территории зеленой зоне по улицам Притыцкого – Неманская

произведены работы по санитарной вырубке поросли, сухостоя, высажено 200 деревьев в рамках компенсационных мероприятий. Большое внимание уделяется работе с населением. Ежегодно в весенний и осенний периоды на территории района проводятся мероприятия по посадкам деревьев и кустарников с предоставлением посадочного материала декоративных древесных растений. Вместе с тем в числе важнейших проблем на территории Фрунзенского района г. Минска следующие: на протяжении многих лет не решается вопрос комплексного благоустройства и реконструкции многих зеленых зон, парков и скверов района; несмотря на многочисленные просьбы жителей микрорайонов «Сухарево» и «Красный Бор» второй год не решается вопрос благоустройства истоков реки Каченка, хотя проектно-сметная документация разработана и прошла государственную экспертизу еще в 2010 г.; а это именно те микрорайоны, где очень остро сказывается недостаток озелененных территорий. Необходимо отметить, что условия произрастания зеленых насаждений в городской среде, включая и территорию Фрунзенского района г. Минска, существенно отличаются от условий за пределами города. Растения в городе испытывают негативное воздействие комплекса неблагоприятных факторов, действие которых с течением времени усиливается. Последствия воздействия негативных факторов проявляется в подавлении роста, снижении декоративности, поражении болезнями и вредителями, сокращении продолжительности жизни и существенном отпаде деревьев. Наибольшую нагрузку испытывают посадки древесных растений вдоль улиц и магистралей города, прежде всего произрастающие в первом ряду, в лучших условиях находятся насаждения второго ряда. К числу важнейших неблагоприятных факторов городской среды для деревьев, произрастающих вдоль проезжей части, также относятся: уплотнение почвы, недостаток влаги, загазованность и запыленность воздуха, аккумуляция в почве атмосферных поллютантов и противогололедных материалов, и др. Большой урон окружающей среде во Фрунзенском районе и других административных районах г. Минска наносится песчано-солевыми смесями, которыми посыпаются дороги во время гололедицы. Специалисты подсчитали, что за 10 дней неблагоприятных климатических условий (имеется в виду зимний период, гололедица) на дорогу может быть высыпано количество соли, равное одному железнодорожному составу. При этом наблюдения показывают, что смеси, которые разбрасываются с машин, никогда не попадают строго на проезжую часть. Каждый раз, когда идет разбрасывание смесей, они попадают на газон, обочину или на растущие у обочины деревья. Таким образом, только в г. Минске, число погибших деревьев

от соли измеряется тысячами. Наблюдения показали, что отрицательное воздействие песчано-солевых смесей на состояние лиственных деревьев и кустарников, произрастающих вдоль автомагистралей, проявляется, прежде всего, в накоплении остаточных количеств применяемых веществ в почве, что приводит к повреждению вегетативных почек. По результатам обследования произрастающих на улицах г. Минска древесных растений специалистами агрохимической лаборатории УП «Минскзеленстрой» отмечено усыхание вегетативных почек и годичных побегов прошлого года на всех деревьях. Восстановление процессов роста поврежденных деревьев возможно за счет спящих почек. По данным этой же агрохимической лаборатории отмечено значительное накопление ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  в почве на пр. Пушкина (участок от ул. Притыцкого до ул. Ольшевского) вдоль проезжей части, что превышает фоновое значение в 9 раз. Также необходимо отметить, что корневая система деревьев, произрастающих в первом ряду вдоль пр. Пушкина была повреждена (подрезана) в процессе выполнения работ по реконструкции этого объекта. В этой связи в весенне-летний период 2015 г. было выявлено и удалено вдоль пр. Пушкина 18 деревьев, вдоль ул. Притыцкого – 27 деревьев. В 2015 г. на территории Фрунзенского района г. Минска в целом было выявлено 211 сухих деревьев. По состоянию на 10.07.2015 г. произведено удаление 206 деревьев. Кроме того на лиственных деревьях (каштан, липа) отмечается некроз листьев неинфекционного характера. Конечно, все деревья погибнуть не могут, некоторые из них удастся восстановить, однако многие погибшие деревья заменяются на новые. Борьбу за выживание растений и улучшение состояния зеленых насаждений в условиях городской среды активно ведут многие городские службы, которые в том числе поднимают вопрос о негативном влиянии соли и о необходимости поиска решений, которые могли бы минимизировать негативное влияние противогололедных материалов на деревья и другие зеленые насаждения. В 2014–2016 гг. силами УП «Минскзеленстрой», Управление по защите растений и содержанию объектов городского благоустройства, по заявке УП «Зеленстрой Фрунзенского района г. Минска» произведены работы по подкормке произрастающих в уличных посадках деревьев минеральными удобрениями с применением гидробуров. Создание красивого облика – это огромный, тяжелый и кропотливый труд многих людей, однако сбереечь и поддерживать существующие зеленые насаждения в надлежащем виде зачастую еще сложнее. К сожалению, не всегда горожане замечает созданную для них красоту и не с должным пониманием относятся к проделанной коммунальными службами района работе.

УДК 635.92.05(047.31)

Студ. Т.Г. Водянович

Науч. рук. зав. каф. Т.М. Бурганская

(кафедра ландшафтного проектирования и садово-паркового строительства, БГТУ)

**АССОРТИМЕНТ И СОСТОЯНИЕ ПРИВИТЫХ  
ДЕКОРАТИВНЫХ ФОРМ ЛИСТВЕННЫХ ДЕРЕВЬЕВ  
В КОМПОЗИЦИЯХ ПАРТЕРНОЙ ЧАСТИ БОТАНИЧЕСКОГО  
САДА БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Среди огромного разнообразия древесных растений, используемых в озеленении, особое место занимают привитые формы лиственных деревьев, которые по своим декоративным качествам превосходят растения основных видов.

Они перспективны для выращивания как в городской среде, так и на индивидуальных участках. Приемы использования этих растений в садово-парковых композициях зависят от формы кроны, окраски листьев, размеров надземной части и других признаков деревьев.

В партерной части (площадь 2,9 га) ботанического сада Белорусского государственного технологического университета (БГТУ) размещены посадки декоративных древесных и травянистых растений.

С использованием современных приемов ландшафтной архитектуры и дизайна созданы композиции модульного сада, сада теневых растений, рокарии, коллекционные посадки видов, декоративных форм и сортов можжевельников, пионов, лилейников, злаков и других перспективных для использования на объектах садово-паркового строительства растений.

На 2015 г. коллекции включали 59 видов и 107 декоративных форм и сортов красивоцветущих древесных растений, 25 видов и 92 декоративные формы хвойных пород, 30 видов и сортов однолетних, 17 – двулетних и 289 – многолетних цветочных культур открытого грунта [1, 2].

Основные работы по интродукции древесных растений в коллекционные посадки партерной части ботанического сада БГТУ выполнялись в 2003–2010 гг. Источниками поступления посадочного материала для формирования композиций были садовые центры г. Минска и Минского района, декоративный питомник «Красный клен» (г. Минск), коллекционные посадки ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», РУП «Институт плодоводства», базисный лесной питомник НУОЛХ.

В процессе создания коллекции декоративно-лиственных дре-

весных растений основное внимание уделялось привлечению в ее состав декоративных форм с измененной окраской листьев и формой кроны [1, 2].

Объектами исследований являлись привитые декоративные формы лиственных деревьев, произрастающие в партерной части ботанического сада БГТУ.

Целью проведенных исследований являлось изучение состояния и особенностей роста привитых декоративных форм лиственных деревьев в коллекционных посадках партерной части ботанического сада БГТУ.

Каждое привитое растение оценивали по показателям: систематическая принадлежность, состояние и высота растения, диаметр его ствола и кроны.

Проведенные исследования показали, что в 2016 г. на территории партерной части ботанического сада БГТУ произрастали привитые лиственные деревья, относящиеся к 10 родам и 16 видам растений (таблица 1).

**Таблица 1 – Состав коллекции привитых декоративных форм лиственных деревьев в партерной части ботанического сада БГТУ, 2016 г.**

Род	Вид	Количество декоративных форм, шт.		
		всего	по форме кроны	по окраске листьев
Береза	Б. повислая	3	3	–
Бук	Б. лесной	1	–	1
Вяз	В. шершавый	2	1	1
Граб	Г. обыкновенный	1	1	–
Ива	И. вавилонская	1	1	–
	И. ползучая	1	1	–
	И. козья	1	1	–
	И. цельнолистная	1	–	1
Карагана	К. древовидная	2	2	–
Конский каштан	К. к. обыкновенный	1	–	1
Клен	К. остролистный	3	1	2
	К. ясенелистный	1	–	1
Липа	Л. европейская	1	–	1
Рябина	Р. круглолистная	1	1	–
	Р. обыкновенная	3	2	1
	Р. гибридная	2	–	2
Всего:		24	13	11

Декоративные формы лиственных деревьев представлены в количестве 24 растений, из них 13 растений отличаются от основного вида формой кроны, остальные 11 – окраской листьев.

За период 2012–2016 гг. в коллекции партерной части ботанического сада БГТУ высажены конский каштан обыкновенный '*Marginata*' (2 шт.), бук лесной '*Atropunicea*' (1 шт.). В свою очередь в коллекционных посадках погибли шелковица белая '*Tortuosa*' (1 шт.), клен остролистный '*Drummondii*' (2 шт.) и '*Globosum*' (1 шт.). Постепенно утрачивают свою декоративность ива ползучая '*Argentea*', ива козья '*Kilmarnock*', ива вавилонская '*Tortuosa*', по-видимому, по причине их недолговечности.

Важным морфометрическим показателем, характеризующим успешность интродукции древесных растений, является прирост растений. Наибольший прирост по высоте надземной части в 2012–2016 гг. отмечен у березы повислой '*Laciniata*' и '*Youngii*', клена ясенелистного '*Flamingo*', наименьший – у вяза шершавого '*Camperdownii*', граба обыкновенного '*Pendula*', рябины обыкновенной '*Pendula*'. Максимальный прирост по диаметрам кроны и штамба выявлен у березы повислой '*Laciniata*' и '*Youngii*', вяза шершавого '*Lutescens*', клена ясенелистного '*Flamingo*', что может свидетельствовать о том, что данные формы быстрорастущие и достаточно устойчивы в условиях Беларуси.

В 2016 г. по сравнению с 2012 г. выявлено улучшение состояния березы повислой '*Gracilis*' и '*Laciniata*', клена остролистного '*Faassen's Black*', клена ясенелистного '*Flamingo*', липы европейской '*Wratislaviensis*'. В тоже время за прошедший период времени ухудшилось состояние березы повислой '*Youngii*', ивы цельнолистной '*Hakuro Nishiki*', караганы древовидной '*Lorbergii*', рябины гибридной '*Gibbsii*', рябины обыкновенной '*Autumn Spire*' и '*Pendula*', рябины круглолистной '*Magnifica*'; у остальных привитых растений – осталось неизменным.

Таким образом, на территории партерной части ботанического сада БГТУ создана коллекция привитых декоративных форм лиственных деревьев, наиболее устойчивые из которых могут быть рекомендованы для использования на объектах озеленения г. Минска.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Негорельский учебно-опытный лесхоз [Электронный ресурс] / Информационный интернет-портал «ngrlleshoz.by». – Режим доступа: <http://ngrlleshoz.by>. – Дата доступа: 15.01.2017.

2. Макознак Н.А., Бурганская Т.М. Исторические аспекты формирования растительных композиций и основные итоги интродукции растений в партерной части ботанического сада БГТУ // Труды БГТУ. 2016 . № 1: Лесное хоз-во. С. 201–2015.

УДК 712\*635.9

Студ. С.А. Гейц

Навук. кір. ас. І.К. Зельвовіч

(кафедра ландшафтнага праектавання і садова-паркавага будаўніцтва, БДТУ)

## **ВЫКАРЫСТОЎВАННЕ ІНТРАДУКАВАННЫХ ДРАЎНЯНЫХ РАСЛІН У ПАРКАХ БЕЛАРУСІ І ЗА ЯЕ МЕЖАМІ**

Першыя звесткі пра інтродукцыю драўняных раслін у еўрапейскія краіны адносяць да эпохі Адраджэння, калі былі адкрыты новыя кантыненты і пачалі наладжвацца гаспадарчыя і культурныя сувязі з іншымі народамі.

Пачыная з XV стагоддзя інтродукцыя набывае шырока маштабы ў асобных краінах Еўропы. У гэты час з'яўляюцца спецыялізаваныя гадавальнікі і садовыя гаспадаркі для вырошчвання раслін-экзотаў, завезеных з іншых краін. У далейшым яны сталі асновай стварэння батанічных садоў і паркаў, у якіх пачалі праводзіцца буйныя работы па акліматызацыі і інтродукцыі драўняных раслін.

Найбольш шырокае распаўсюджанне інтродукцыя набывае ў такіх краінах Заходняй Еўропы, як Францыя, Германія, Англія, дзе былі створаны адмысловыя акліматызацыйныя аб'яднанні.

Новыя драўняныя пароды на тэрыторыі Расіі пачалі з'яўляцца ў часы Пятра I, які паспрыяў стварэнню ў Маскве, Пецярбургу і іншых буйных гарадах аптэкарскіх агародаў, правобразаў цяперашніх батанічных садоў.

Шырокае распаўсюджванне інтродукаваных раслін вялося на Украіне ў XVIII-XIX стагоддзях. У гэты час закладваюцца знакамітыя паркі і дэндропаркі («Александрыя», «Сафіеўка»), у якіх пачынаецца вырошчванне экзатычных драўняных раслін з розных кліматычных зон. Актыўная інтродукцыя іншаземных відаў пачалася з другой паловы XIX ст.

Новыя віды, рэдкія садовыя формы паступова становяцца здабыткам шматлікіх паркаў, займаюць іх найбольш парадныя месцы. Расліны-экзоты выкарыстоўваліся звычайна ў выглядзе салітэраў на вялікіх палянах, у партэрах, часам – у невялікіх групках і нават аляях. У XIX ст. у сувязі з павелічэннем попыта на драўніну пачынаецца выпрабаванне новых відаў дрэў у лясных культурах.

Першыя звесткі пра інтродукцыю драўняных раслін на тэрыторыю Беларусі адносяцца да першай паловы XIX стагоддзя. У гэты перыяд вакол замкаў і сядзібаў буйных землеўладальнікаў закладваюцца сады і паркі, у азеляненні якіх выкарыстоўваюцца на роўні з мясцовымі экзатычныя віды ў асноўным з краін Заходняй

Еўропы, Паўночнай Амерыкі, Крыма і Каўказа. Прыкладам інтрадукцыі і выпрабоўвання новых драўняных раслін з'яўляецца сядзібны парк князеў Скірмунтаў у весцы Парэчча Пінскага раёна. Па сённяшні дзень Парэцкі парк багаты вялікай колькасцю рэдкіх раслін-экзотаў. Большасць каштоўных іншаземных парод парка ўнікальны для тэрыторыі Беларусі.

На цяперашні час на тэрыторыі Беларусі расце прыкладна 700 відаў інтрадукаваных драўняных раслін. Найбольш багаты відавы састаў раслін-экзотаў адзначаецца ў заходніх абласцях краіны, дзе прыродна-кліматычныя ўмовы найбольш спрыяльны для інтрадукцыі. Умерана-кантынентальны клімат і больш высокая тэмпература паветра падыходзяць для паспяховага вырошчвання экзатычных раслін.

Больш за 50 відаў інтрадукаваных драўняных раслін з'яўляюцца ўнікальнымі для тэрыторыі Беларусі. Да найбольш каштоўных раслін-экзотаў можна аднесці гінкга двухлопасцевы, балотны кіпарыс звычайны, лапіну крылаплодную, цюльпанавыя дрэва, дуб аксаміцісты і шарлахава, ліпу каралінскую і вугорскую, бук лясны.

**Гінкга двухлопасцевы (*Ginkgo biloba* L.).** Адзіны прадстаўнік рэліктавага рода гінкга, які дажыў да нашых дзён. Гінкга двухлопасцевы сустракаецца ў азеляненні парка імя Луначарскага ў Гомелі і на тэрыторыі вучэбнага корпуса БДТУ. Гінкга з'яўляецца каштоўнай і арыгінальнай драўнянай раслінай. Высокадэкаратыўны пірамідальнай формай кроны ў маладым узросце і своеасаблівым веерападобным лісцем, якое восенню афарбоўваецца ў ярка-жоўты колер.

**Балотны кіпарыс звычайны (*Taxodium distichum* L.).** Асноўная драўняная парода Фларыды, якая лічыцца жывым выкапнем Зямлі. Адзіны ўнікальны для культуры Беларусі экзэмпляр балотнага кіпарыса захаваны ў парку Парэчча Пінскага раёна. Пры дастатковай вільготнасці глебы можа ўтвараць пнеўматафоры (надземныя паветраныя карані). Увосень лісце балотных кіпарысаў набывае іржавае адценне. Адна з найбольш дэкаратыўных драўняных парод.

**Лапіна крылаплодная (*Pterocarya pterocarpa* Kunth.).** У прыродзе распаўсюджана ў Закаўказзі, усходняй Турцыі, Лазістане, Іране. З'яўляецца старажытным відам, прадстаўніком тургайскай флоры. У культуры Беларусі адзначана толькі ў Парэцкім парку Пінскага раёна. Дэкаратыўна арыгінальнымі звісаючымі суквеццямі і пышняй формай кроны. Перспектыўна для азелянення ўзбярэжжаў вадаёмаў, паніжаных участкаў рэльефу.

**Цюльпанавыя дрэва (*Liriodendron tulipifera* L.).** У прыродзе

расце ў шырокаліцевых лясах Паўночнай Амерыкі. Унікальнае для Беларусі цюльпанавое дрэва расце ў парку Парэчча Пінскага раёна. Дэкаратыўна лірападобным лісцем, арыгінальнымі цюльпанавымі кветкамі, прыгожай формай кроны. Каштоўная парода для стварэння садова-паркавых кампазіцый.

**Дуб аксаміцісты (*Quercus velutina* Lam.).** У прыродзе распаўсюджаны ў зоне шырокаліцевых лясоў Паўночнай Амерыкі. Добра расце ў Парэцкім парку Пінскага раёна. Дэкаратыўны своеасаблівым лісцем, якое напрацягу вегетацыйнага перыяда адрозніваецца рознай афарбоўкай. Лічыцца адным з самых буйных паўночна-амерыканскіх дубоў.

**Дуб шарлаховы (*Quercus coccinea* Muench.).** У прыродзе расце ў зоне шырокаліцевых лясоў Паўночнай Амерыкі, часцей за ўсё ў прыбярэжных раёнах. У Беларусі быў адзначаны ў Райцах Карэліцкага раёна. Адметны бліскучым цёмна-зялёным лісцем, магутнай раскідзістай кронай. Асабліва дэкаратыўны восенню, калі лісты набываюць пунсовую афарбоўку.

**Ліпа каралінская (*Tilia caroliniana* Mill.).** У прыродзе распаўсюджана ў шырокаліцевых і субтрапічных лясах паўднёва-ўсходніх штатаў ЗША. Была адзначана ў Манькавіцкім парку Столінскага раёна. Дэкаратыўна раскідзістай кронай, прыгожым буйным лісцем.

**Ліпа лямцавая, ці вугорская (*Tilia tomentosa* Moench.).** У прыродзе расце ў Малдавіі, у заходніх абласцях Украіны, ад паўднёва-ўсходніх раёнаў Заходняй Еўропы да цэнтральнай часткі Балканскай паўвострава. Экзэмпляры ліпы вугорскай былі адзначаны ў Манькавіцкім парку Столінскага раёна. Дэкаратыўна белаватым з ніжняга боку ад лямцавага аблямавання лісцем.

**Бук лясны (*Fagus sylvatica* L.).** Арэал віда ахоплівае амаль усю Заходнюю і частку ўсходняй Еўропы. У Беларусь інтрадукаваны ў першай палове XIX ст.

Добрыя экзэмпляры пладаносячага бука ляснога былі адзначаны ў Пінске, Століне, Грушаўцы Ляхавіцкага раёна, Парэччы Пінскага раёна, Высокім Камянецка раёна. У Парэччы і Брэсце адзначаны экзэмпляры бука ляснога з пурпуровым лісцем. Дэкаратыўны гладкай шэрай карой і шырокацыліндрычнай магутнай кронай. З'яўляецца каштоўнай пародай для азелянення. Найбольш шырока інтрадукаваныя драўняныя расліны выкарыстоўваліся ў азеляненні ўкраінскага парка Сафіеўка, які з'яўляецца помнікам садова-паркавага мастацтва канца XVIII – першай паловы XIX стагоддзя.

Сярод экзатычных раслін парка можна адзначыць балотны

кіпарыс звычайны, сасну Веймутава, цюльпанавае дрэва, бук лясны, сафору японскую, таполю пірамідальную, гінкга двухлопасцевы, платан, розныя віды еляў. Пачыная з канца XIX стагоддзя ў парку было сабрана звыш ста відаў і формаў выключных драўняных раслін. Парк Сафіеўка з'яўляецца нацыянальным дэндраланічным паркам Украіны.

Багаты відавы састаў інтрадукаваных драўняных раслін прадстаўлены ва ўкраінскім дэндралагічным парку Александрыя.

Самы вялікі і буйны дэндрапарк Украіны быў заснаваны ў 1788 годзе. Калекцыйны фонд дэндрапарка налічвае звыш 2500 відаў, формаў, гатункаў раслін, сярод якіх найбольш цікавымі з'яўляюцца: сосны чорная і Веймутава, ядловец віргінскі, цюльпанавае дрэва, лістоўніцы польская і еўрапейская, дуб чырвоны, гледзічыя трохкалочкавая, глог ружовы махрысты.

Вялікую каштоўнасць уяўляе шматвекавая дуброва парка.

Інтрадукаваныя драўняныя расліны знайшлі шырокае распаўсюджанне ў польска-нямецкім парку Мускау, размешчаным на мяжы Польшчы і Германіі. Парк Мускау з'яўляецца самым вялікім англійскім ландшафтным паркам у Цэнтральнай Еўропе. Парк быў закладзены ў 1815 годзе, і ўжо да 1820 года ў Мускау былі высаджаны першыя 800 000 дрэў (дубоў, букаў, таполяў і платанаў) і 42 000 кустоў. Пасля Другой сусветнай вайны парк Мускау быў адноўлены і ў 2004 годзе быў занесены ў спіс Сусветнай спадчыны ЮНЭСКО.

Беларускія сядзібныя і замежныя паркі з'яўляюцца каштоўнымі дэндралагічнымі і садова-паркавымі аб'ектамі, у якіх назапашаны багаты генафонд драўняных раслін. На тэрыторыі паркаў расліны-экзоты растуць у выглядзе салітэраў, невялікіх груп, алей, участкаў лесакультур.

Сярод іх шмат відаў, садовых формаў, гібрыдаў, гатункаў, перспектывных для азелянення тэрыторыі Беларусі. Каштоўныя расліны-інтрадуцэнты неабходна выкарыстоўваць у якасці матачнікаў для далейшага размнажэння.

#### ЛІТАРАТУРА

1. <http://refleader.ru/jgejgeqasqasjge.html>
2. Федорук, А.Т. Интродуцированные деревья и кустарники западной части Белоруссии / А.Т. Федорук // АН БССР; под ред. акад. И.Д. Юркевича. – Мн.: Изд-во БГУ, 1972. – 192 с.
3. [https://ru.wikipedia.org/Софіевка\\_\(парк\)](https://ru.wikipedia.org/Софіевка_(парк))
4. <http://kayrosblog.ru/foto-puteshestvie-v-dendropark-aleksandriya>
5. <http://tury.club/sight/15134>

УДК 712.414

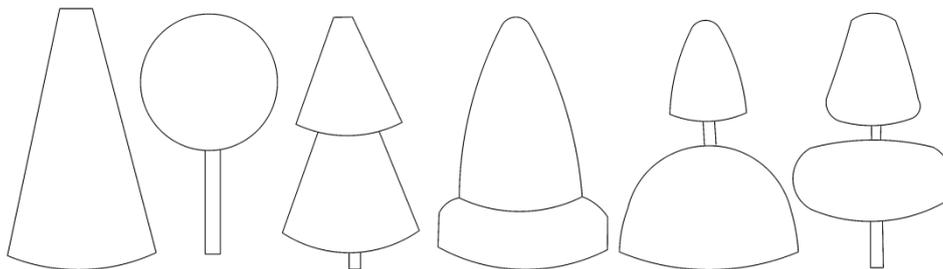
Маг. М.А. Дерюжина

Науч. рук. доц. Н.А. Макознак

(каф. ландшафтного проектирования и садово-паркового строительства, БГТУ)

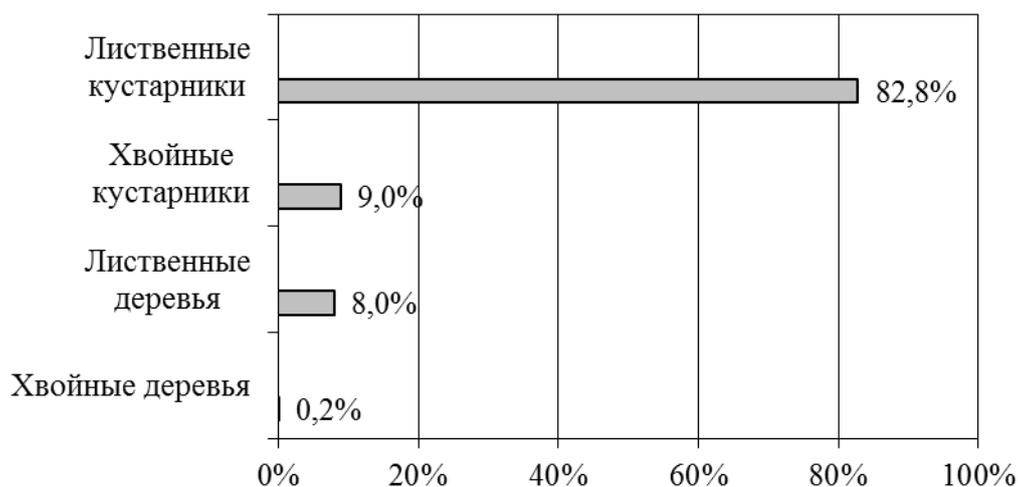
**АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ СОЗДАНИЯ  
ТОПИАРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ В ОФОРМЛЕНИИ  
ОБЪЕКТОВ ОЗЕЛЕНЕНИЯ Г. МИНСКА**

Топиари – это искусство художественной обрезки крон деревьев и кустарников для придания им декоративных форм. Фигурная стрижка растений зародилась еще в античное время, и мастера-садоводы достигли больших успехов в данной области. Второе рождение топиарного искусства приходится на эпоху Возрождения и XVII век. Италия и Франция, ставшие законодательницами садовой стилистики регулярного типа, открыли новый век в развитии искусства стрижки. В Западной Европе мода на стриженные растения существовала на протяжении нескольких столетий. Формованные композиции в то время встречались достаточно часто. Классическими формами декоративной стрижки растений являлись представленные на рисунке 1 шары на штамбах и сложные сопряженные формы, кубы, параллелепипеды, пирамиды, конусы [1].



**Рисунок 1 – Классические формы стрижки растений**

Изучение состояния и декоративности топиарных композиций в озеленении г. Минска проводилось осенью 2016 г. на 85 наиболее значимых в градостроительном отношении объектах озеленения столицы. Всего детально обследовано было 2261 топиарных композиций (2411 топиарных элементов, включая 1996 экземпляров лиственных и 216 – хвойных кустарников, а также 193 лиственных и 6 хвойных деревьев). Большая часть (94%) изученных стриженных композиций состоит из одного вида растений; процентное соотношение групп растений, используемых при создании топиарных элементов в озеленении г. Минска, представлено на рисунке 2.



**Рисунок 2 – Соотношение групп декоративных растений, использованных в топиарном оформлении г. Минска (2016 г.)**

Лиственные кустарники, составляющие основу ассортимента декоративных растений в топиарных композициях, использованных в озеленении центральной части г. Минска, представлены 38 видами; из них в композициях преобладают бирючина обыкновенная, кизильник блестящий, дерен белый и его декоративные формы (рисунок 3).

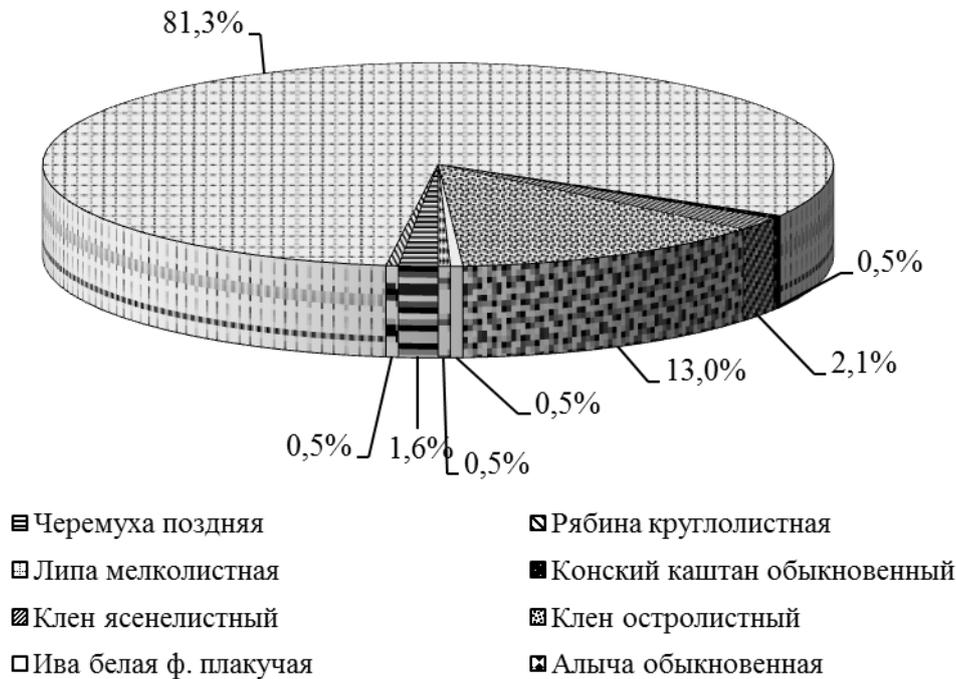


**Рисунок 3 – Встречаемость лиственных кустарников в изученных топиарных композициях (г. Минск, 2016 г.)**

Основная часть топиарных композиций из лиственных кустарников на обследованных объектах озеленения г. Минска имеет высоту 0,5–1,5 м. Наиболее распространены следующие формы декоративной стрижки растений: линейная, цилиндрическая, параллелепипед, шаровидная, полусферическая, абстрактная, скульптурная, многоярусная, встречается также штамбовая форма стрижки (шар на штамбе). Следует отметить, что основная часть формованных композиций из лиственных кустарников имеет линейную форму стрижки, представлен-

ную живыми изгородями, бордюрами.

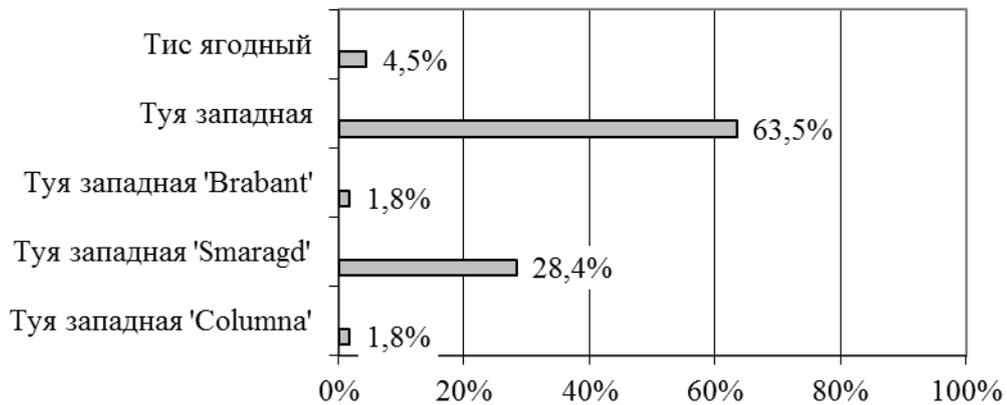
Ассортимент лиственных деревьев в изученных топиарных композициях представлен 8 видами растений, причем в композициях выражено преобладает липа мелколистная (81,3%). Встречаемость лиственных деревьев, используемых при создании топиарных композиций в озеленении наиболее значимых в градостроительном отношении пространств г. Минска, представлена на рисунке 4.



**Рисунок 4 – Встречаемость лиственных деревьев в изученных топиарных композициях (г. Минск, 2016 г.)**

В топиарных композициях из лиственных деревьев на обследованных объектах озеленения использованы следующие формы декоративной стрижки: линейная, шаровидная, полусферическая, скульптурная, многоярусная, широко применяются штамбовые формы стрижки: цилиндр на штамбе, конус на штамбе, шар на штамбе, пирамида на штамбе и «зонт». Чаще всего при формировании композиций лиственных деревьев применяют форму конуса на штамбе.

Ассортимент хвойных растений в топиарных композициях г. Минска включает 2 породы – тис ягодный и тую западную, которая представлена как видом, так и 3 декоративными формами ('Brabant', 'Columna', 'Smaragd'), среди которых наиболее часто встречается туя западная (63,5% от числа всех изученных композиций с участием хвойных растений) (рисунок 5).



**Рисунок 5 – Встречаемость хвойных растений в изученных топиарных композициях (г. Минск, 2016 г.)**

В процессе исследований хвойные растения в зависимости от высоты были условно подразделены на кустарники (до 3 м высотой) и деревья (более 3 м высотой). У большинства изученных композиций из хвойных растений отмечена сравнительно небольшая высота (0,5–1,5 м). В топиарных композициях из хвойных пород на изученных объектах озеленения использовались линейная, цилиндрическая, спиралевидная, конусовидная, пирамидальная формы стрижки, формы усеченных конуса и пирамиды, параллелепипеда, абстрактная и многоярусная формы, а также штамбовые формы цилиндра, шара, параллелепипеда; распространены формы конуса и усеченного конуса.

Таким образом, можно сделать вывод, что на обследованных объектах озеленения г. Минска топиарные композиции преимущественно создают из лиственных кустарников, а именно бирючины обыкновенной, дерена белого, кизильника блестящего. Хвойные растения, а также лиственные деревья в топиарных композициях представлены явно недостаточно. Отмечено использование разнообразных форм декоративной стрижки растений с преобладанием относительно простых вариантов композиций: для лиственных кустарников – линейных вариантов формовки (живые изгороди и бордюры), для лиственных деревьев – разнообразных штамбовых форм стрижки, для композиций из хвойных пород – форм конического характера. Наибольшее разнообразие форм стрижки имеют следующие виды декоративных растений: туя западная, липа мелколистная, бирючина обыкновенная.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чижова, С. Ландшафтный дизайн по-итальянски / С. Чижова. – Москва: Эксмо, 2009. – 46 с.

УДК 712.253

Студ. С.А. Евсеенко

Науч. рук. доц. Н.А. Макознак

(кафедра ландшафтного проектирования и садово-паркового строительства, БГТУ)

### **ИСТОРИЧЕСКИЙ ОПЫТ СОЗДАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ САДОВ И ПОДБОР АССОРТИМЕНТА РАСТЕНИЙ ДЛЯ НИХ**

Сады лекарственных растений впервые появились в Ассирии и Ниневии. Целебные травы выращивались и в садах Древней Греции. Например, такой сад был у «отца ботаники» Теофраста (371–287 гг. до новой эры). Первые аптекарские сады (огороды) в Европе возникли при монастырях. В них выращивали травянистые лекарственные и декоративные растения. Сады имели небольшие размеры и простую геометрическую форму. Часто две крестообразно пересекающиеся дорожки делили его на четыре части, в центре пересечения высаживался куст роз, сооружался колодец или фонтан либо небольшой водоем для водных растений и поливки. Грядки формировали в виде высоких призм, откосы которых укрепляли дерном, плетнями из лозы или жердями. Растения высаживались по сортам на маленьких квадратных грядках, в линейном порядке. Некоторые монастырские сады оформлялись беседками, невысокими стенами для отделения одного участка от другого.

Садам монастырского типа были присущи уединенность, созерцательность, тишина, утилитарность. Особым вниманием монахов пользовались растения, способные не только лечить, но и повышать тонус организма, например, дягиль лекарственный (из него делали тонизирующие напитки). Кроме лекарственных растений, в садах выращивали фруктовые и овощные культуры. В аптекарском огороде имелись также растения, из которых получали краски, использовавшиеся для оформления рукописей.

Среди монастырских садов особенно славился сад Сент-Галле (Франция). Начиная с XIV в., монастырские аптекарские сады в Европе превращаются в медицинские. Последние имели не только узкопрактическое значение, но положили начало работам по первичной интродукции, сбору, описанию и систематизации растений. Лекарственные и ароматические травы выращивались также при феодальных замках.

Первым ботаническим садом, созданным на научной основе, считается сад университета в итальянском городе Пиза. Его основателем был Лука Гини – профессор медицины местного университета. В 1543 г. он и его ученики собрали в Итальянских Альпах лекарственные растения и впервые высадили их около университета. На протя-

жении многих столетий растения этого сада использовались для лечения больных и обучения студентов.

В XVI–XVII вв. ботанические сады возникли во Франции, Германии, Нидерландах, Англии, Швеции и в других странах. В это время ботанические сады теряют чисто медицинский характер, их задачей становится также сбор местных и иноземных растений (иногда с целью интродукции и акклиматизации), их описание и систематизация. Например, Ботанический сад Парижа Жардин де Плант, первоначально создававшийся как сад лекарственных растений, превратился в одну из крупнейших в мире экспозиций мировой флоры, частью которой являются лекарственные растения. В наши дни, несмотря на прогресс в области химического синтеза, лекарственные растения продолжают занимать важное место в арсенале медицины. Возросла роль ботанических садов в сохранении, исследовании и использовании лекарственных растений. В большинстве своем они имеют отделы лекарственных растений, но лишь небольшая часть из них является садами лекарственных растений.

Наиболее яркими примерами садов и экспозиций, где используются лекарственные растения в различных ландшафтных композициях, построенных по принципу средневековых аптекарских огородов, являются сад лекарственных растительных трав в аббатстве Даулас во Франции, монастырский сад лекарственных растений в аббатстве д'Эшо (Франция), аптекарский огород Спасо-Евфимиева монастыря (Россия). Лекарственные сады возводились при замках или дворцах для научных и эксплуатационных целей и сохранились до нынешних времен на территории садово-парковых комплексов (сад замка Сисингерст, Англия). В крупных ботанических садах лекарственные растения могут быть представлены отдельными экспозициями, такие можно наблюдать в ботаническом саду МГУ (Россия), ботанический сад Хакгала (Шри-Ланка). Создаются и ботанические сады, полностью отведенные под лекарственные растения (ботанический сад лекарственных растений Карлова (Чехия), Аптекарский сад Челси, Англия). На территории Республики Беларусь существует экскурсионно-туристический комплекс «Аптекарский огород», где произрастают местные и интродуцированные лекарственные, пряные и ядовитые травы.

Анализируя отечественный и зарубежный опыт экспозиций с использованием лекарственных растений, можно отметить, что в основном все сады имеют регулярную планировку и создаются в виде прямоугольных гряд по принципу средневековых садов. Такое расположение удобно для изучения растений и упрощает уход за насажде-

ниями. Гряды могут быть установлены в один уровень с землей или приподниматься на определенную высоту, окаймляться по краю кирпичом или крупной брусчаткой, разграничиваться газоном. По периметру модулей может высаживаться стриженный бордюр, который четко определяет границы участка, препятствует вытаптыванию растений. Также встречаются композиции в пейзажном стиле.

Ассортимент растений подбирают по систематическому принципу или по цветовой гамме. Так же формируют группы по лекарственным свойствам растений. По степени изученности химического состава и действия все растения в фармации делятся на официальные, неофициальные, лекарственные растения народной медицины. Количество официальных растений в настоящее время не превышает 200, но с учетом двух других групп к лекарственным относится несколько тысяч видов. Из всего многообразия лекарственных растений, которые могут быть применены для создания экспозиций, хочется обратить внимание на 20 наиболее перспективных видов.

Все растения обладают лекарственными свойствами и могут использоваться от различных заболеваний, а также как тонизирующие и успокаивающие средства в составах фиточаев. Среди них есть представители, которые уже активно используются в озеленении, такие как барвинок малый, бадан толстолистный, душица обыкновенная, иссоп лекарственный, мелисса лекарственная, мята перечная, пион лекарственный и тысячелистник таволговый. Они обладают ценными лекарственными свойствами и хорошо подойдут для большинства экспозиций лекарственных растений. Также предлагаются растения, которые редко используются в озеленении по различным причинам (способность сильно разрастаться, небольшое количество посадочного материала, некультуренность, неспособность семян вызреть в наших климатических условиях). Но благодаря ботаническим коллекциям и сотрудникам ботанических садов эти проблемы можно решить и расширить ассортимент общедоступных лекарственных растений, включая в композиции катран сердцелистный, кровохлебку лекарственную, лаванду аптечную, лапчатку белую, многоколосник морщинистый, монарду дудчатую, мыльнянку лекарственную, подофилл щитовидный, руту душистую, чабер горный, шалфей лекарственный, шлемник байкальский.

Экспозиции с лекарственными растениями могут быть представлены в различных вариантах цветочных композиций, таких как модульный цветник, каменистый цветники, миксбордер, группа, ленточный цветник или солитер.

УДК 712.4

Студ. Е.С. Жабченко

Науч. рук. доц. О.М. Березко

(кафедра ландшафтного проектирования и садово-паркового строительства, БГТУ)

### **ДЕТСКИЕ ИГРОВЫЕ РАЗВИВАЮЩИЕ ПЛОЩАДКИ**

Традиционно под детской площадкой понимается место, где играют дети дошкольного и младшего школьного возраста.

Детская площадка – это место, отведенное для симуляции взрослой жизни. Общаясь друг с другом, дети «репетируют» различные жизненные ситуации, с которыми они непременно столкнутся во взрослой жизни. На площадке дети учатся разрешать конфликты, дружить, строить отношения, в том числе и семейные.

Благодаря различным игровым элементам дети примеряют на себя различные социальные роли. Поэтому наличие детской площадки очень важно в жизни ребенка.

Детские площадки направлены на умственное и физическое развитие детей в игровой активной форме. Площадки могут быть как спортивного типа, так и тематические.

Площадки на участках обычно универсальные и визуально делятся на секции:

- песочницы;
- спортивное оборудование;
- балансиры;
- тренажеры;
- качели на пружине;
- качели;
- карусели;
- горки;
- беседки или детские домики;
- скамейки.

Площадки должны соответствовать требованиям, как по санитарно-гигиеническим показателям, так и по безопасности оборудования, для чего должны быть проведены испытания непосредственно перед тем, как на них начнут играть дети. Соответственно площадки, ориентированные на младший возраст, не будут содержать каких-либо сложных элементов, таких как лестницы и канаты, так дети такого возраста едва научились ходить.

Детские площадки должны быть огорожены от проезжих частей, быть хорошо освещены, вокруг каждого игрового элемента должно быть достаточно свободного места. Все оборудование должно быть

изготовлено из гипоаллергенных материалов, высота конструкций должна быть безопасной и допустимой для определенных возрастных групп. Длина тоннелей не должна превышать 75 см, а элементы, предполагающие возможное падение ребенка должны быть не выше 50 см. Горки должны быть оборудованы специальными перекладинами, а на конце иметь мягкое закругление. Игровые элементы не должны быть подвержены коррозии и воздействию влаги, перепадам температур и морозам.

Кроме того, покрытие у детских площадок должно быть прорезинено и обладать амортизирующим эффектом, смягчающим удары при падении, так как дети активные и часто падают.

Современные детские площадки в последнее время производят из пластика, однако иногда на участках можно встретить площадку из дерева либо металла. Площадки обычно выглядят ярко и красочно с использованием разных цветов.

Важно рассчитать размер детской площадки и приблизительное количество детей, которое будет на ней проводить время, исходя из того места, где она будет располагаться.

Необходимо учитывать и то, что дети нового поколения имеют другое, отличное от их родителей, «кнопочное» мышление, поэтому полезно разрабатывать для них детские площадки, соответствующие условиям современного общества.

Современные производители предлагают детские площадки на любой вкус. Они могут быть тематическими, так, например, на детской площадке может быть помещен игрушечный корабль, совмещающий в себе все вышеперечисленные игровые элементы.

Так же создают площадки на противопожарную тему или на оказание скорой медицинской помощи. На такой детской площадке дети, играя, обретут необходимые и важные для жизни навыки и опыт.

Некоторые проекты детских площадок повторяют сказки и мультфильмы, позволяя детям ощутить себя в роли любимых героев.

Переоборудовать под детскую площадку можно что угодно, например, снятый с эксплуатации небольшой самолет, переделав салон самолета в игровую либо обучающую комнату. Такие детские площадки, приближенные к современной жизни вызывают бурный восторг у ребенка и развивают детскую фантазию.

В последнее время появился интересный вариант детской площадки в виде домиков хоббитов. Такие варианты закрытых детских площадок подходят практически для любых погодных условий. Хорошей идеей является сделать на детской площадке песочницу под

навесом, который будет защищать песок от влаги и дождя. Такие песочницы особенно подойдут для прибрежных городов либо для детских площадок, расположенных около моря. Качество огражденного песка не будет портиться, так как он не будет отсыревать. Навес также позволяет предотвратить попадания в песочницу грязи, пыли, листьев и иных предметов.

Последние исследования детских психологов выявили, что для детей совсем необязательно строить детские площадки кислотных и ярких цветов. Цвет натурального дерева положительно воздействует на психику детей, поэтому площадки следует делать из натуральных природных материалов и использовать нейтральные цвета.

Более того, площадки должны удивлять ребенка, а не состоять из стандартного набора качелей и горок. Так, детям будет интересно играть в специально построенных для них башнях, маяках и кораблях.

Бетон подойдет для создания интереснейших проектов детских площадок. Хорошие дизайнеры способны вылить из бетона горки, скалодромы, лестницы, при этом все игровые элементы должны быть покрыты специальным защитным материалом, обеспечивающим безопасность детей. Дизайнеры одной американской компании Ste8Play используют его для создания детских игровых элементов.

Интересным проектом является детская площадка «Дракон из озера Лохнесс». У туловища дракона с двух сторон расположены две горки, каждая из которых рассчитана на конкретный возраст, соответственно, маленькие дети забраться туда самостоятельно не смогут, а внутри вместо классических шведских стенок установлены турники и развешены канаты. Вместо обычной лестницы установлены специальные ящики, забраться на которые не так-то просто, придется немного постараться. То есть все элементы спроектированы, чтобы, с учетом возраста, физически развивать ребенка.

Детская площадка «Gulliver», Валенсия. «Гуливер» – это огромная развлекательная детская площадка, с различными горками, канатами, спусками, пещерами и лестницами. Совместный проект архитектора Рафаэля Ривера и художника Маноло Мартина.

Центром площадки является гигантская фигура Гулливера около 70 м, поэтому дети, словно лилипуты из произведения Джонатана Свифта, могут бегать по огромной скульптуре и съезжать с полов ее пиджака.

«Серебряные башни» («SilverTowersPlayground»), Нью-Йорк, США. Автор проекта художник Том Оттернесс решил создать площадку с 27-ю причудливыми бронзовыми скульптурами. Но главным элементом площадки является скульптура размером 7,5 м в высоту и

более 9 мв длину. Ноги этой скульптуры играют роль горок для детей.

Вязанный гигантский аллигатор на детской площадке, Сан-Паулу, Бразилия. Этот вязанный гигантский аллигатор был создан в 2012 году польским архитектором известным, как Olek. Данная конструкция была установлена на детской площадке в Сан-Паулу, архитектором которой является Марсия Мария Беневенто.

«ZipWorld», Уэльс, Англия. Для строительства детской площадки шахта викторианских времен была превращена в подземную игровую площадку с огромным батутом, сетями, оплетающими тоннели, и сотнями различных проходов и лазов.

«TakinoSuzuran», Хоккайдо, Япония. Японский художник ТошикоХориучи задумал эту площадку в середине 1990-х годов, но построили ее только в 2000. Она представляет собой одну огромную сетку, сплетенную из разноцветных прочных нитей.

«Wallholla», Пурмеренд, Нидерланды. «Wallholla» – это аналог небоскреба в формате детской площадки. Хотя, она больше похожа на муравьиную ферму. Тем не менее, на ней в ограниченном пространстве втиснуто множество детских развлечений вроде лазов и стенок.

Детская площадка в школе имени Гарри Томаса, Вашингтон, США. Эта игровая площадка вдохновлена математической тематикой, в том числе последовательностью Фибоначчи. Тут дети могут на практике понять, что такое числовые спирали и в игре получить немаленькую дозу математических знаний.

Таким образом, современные детские площадки развивают детей, хорошо влияют на их здоровье, а также украшают дворы. И важно, чтобы на детских площадках были зоны для разных возрастов, а также гармонично выделено место для родителей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Детская площадка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nashgazon.com/otduh/detskaya-ploshadka/detskaya-ploshadka-idei-i-proekty.html>. – Дата доступа: 10.01.2017.

2. Детские площадки из бетона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://makakas.ru/proekt/ploshhadki-iz-betona.html>. – Дата доступа: 10.01.2017.

3. 15 самых интересных детских площадок в мире [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.infoniac.ru/news/15-samyh-interesnyh-detskih-ploshadok-v-mire.html>. – Дата доступа: 10.01.2017.

4. Самые интересные детские площадки со всего мира [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pustunchik.ua/online-school/art/naitsikavishi-dytiachi-maidanchyky-zi-vsoho-svitu>. – Дата доступа: 10.01.2017.

УДК 712.25

Маг. О.И. Зеленковская

Науч. рук. доц. Н.А. Макознак

(кафедра ландшафтного проектирования и садово-паркового строительства, БГТУ)

## **ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ПРИГОРОДНЫХ ЗЕЛЕННЫХ ЗОН ГОРОДОВ**

Зеленые зоны городов – это территории, расположенные вокруг городов, примыкающие к ним либо находящиеся в некотором удалении, занятые лесами, лесопарками, загородными парками и др., выполняющими в первую очередь защитную, санитарно-гигиеническую и рекреационную функции. В зеленых зонах выделяются особо охраняемые лесопарковые территории. В зеленую зону могут входить заказники, национальные парки, памятники природы, леса вокруг лечебно-оздоровительных учреждений, земли, объединенные ограничениями природопользования (охоты, добычи полезных ископаемых и др.).

Традиция создания защитных зеленых поясов вокруг городов уходит в древние времена. Леса служили эффективной преградой от внешнего врага, и организованная система защитных лесов использовалась, например, в России вплоть до 18 века (до падения Крымского ханства). Кроме того, создавались «засеки» – оборонительные сооружения из поваленных крест-накрест крупных деревьев, объединявшиеся в линейную систему засечных черт, которые с древнейших времен строились для защиты от нападений степных кочевников (гуннов, аваров, хазар, печенегов, половцев, монголо-татар, позже – крымских татар). Лес, где устраивалась засека, называли заповедным. Он имел строго определенные межевые границы и охранялся: было запрещено не только рубить деревья и охотиться, но и просто заходить в него.

В средневековой Европе заповедными лесами были и Королевские, являвшиеся собственностью короны и объектом особого феодального лесного права, служащие для охоты монарха и аристократии. В понятие «королевского леса» включались не только лесные массивы, но и пустоши, луга и заболоченные территории, где могли кормиться объекты королевской охоты. В королевских лесах животный мир и его среда обитания находились под особой защитой. Охота, рубка леса или кустарников были категорически запрещены; нарушения жестоко карались. В России также существовали царские охотничьи леса, так называемые «Царские и великокняжеские охоты».

Впервые закон об охране окружающей среды был принят на острове Шри-Ланка в 3 веке до н.э., тогда же царь Деванампийатисса

основал первый в мире природный заповедник. Первые упоминания о природоохранном статусе территории, известной сейчас как тунисский Национальный парк Ишкель, относятся к 13 веку, когда правящая тогда в Ифрикии династия Хафсидов запретила в окрестностях озера охоту. Пророк Мухаммед объявлял леса и зеленые участки заповедниками (хима), где была защищена любая форма жизни. Самым известным из них был заповедник возле Медины площадью почти 20 км<sup>2</sup>. Первый в мире национальный парк – Йеллоустонский – создан в 1872 г. в США. Первым официальным государственным заповедником в России стал Баргузинский заповедник в северо-восточном Забайкалье, основанный в 1917 г. Национальный парк Сарек является старейшим и первым национальным парком в Европе, основанный в 1909 г. в Швеции.

Еще одну защитную функцию – защиты от эпидемий, – территории вокруг городов приобретают в позднее средневековье и Новое время. Так, первый зеленый пояс вокруг Лондона был предусмотрен приказом королевы Елизаветы I в 1580 г. и представлял собой полосу шириной в 3 мили, предназначенную для того, чтобы остановить распространение чумы [1].

Защитную функцию леса для защиты от неблагоприятных природных факторов стали использовать с 19 века при формировании искусственных защитных лесных насаждений для борьбы с засухой, водной и ветровой эрозией на территориях сельскохозяйственных угодий, водоемов, дорог, населенных пунктов. Уникальным и самым большим в мире рукотворным лесом, получившим название «Музей леса под открытым небом», являлся Великоанадольский лес в Донецкой области, созданный в 1843 г. В.Е. Граффом по заданию Лесного Департамента Министерства государственных имуществ Российской империи с целью испытания возможностей создания искусственных лесных насаждений в голой безводной степи. Сегодня Великоанадольский лес является лесным заказником государственного значения площадью 2543 га с преобладающими в нем смешанными насаждениями дуба, ясеня, клена, граба и липы.

С началом промышленной революции в 18–19 веках и научно-техническим прогрессом 20 века самыми агрессивными факторами стали загрязнение окружающей среды, разрушение естественных природных ландшафтов, опустынивание и др. К 1930-м гг. возникли угроза задымления городов заводами и транспортом (например, Великий смог 1952 г. в Лондоне), а также неблагоприятная ситуация с перенаселением и бесконтрольным расширением городов. В этой связи возникли идеи целенаправленного создания вокруг городов

зеленых поясов с целью защиты и сохранения естественной природной среды и уникального духа сельской местности, улучшения качества воздуха в городе, организации загородного отдыха для городского населения и приостановки роста пространства городов. Великобритания первой начала формирование зеленого пояса, прежде всего вокруг Лондона, определяя пригородные зеленые зоны как места отдыха и занятия сельским хозяйством; примеру ее последовали многие страны Европы, Северной Америки, Азии.

Сохранение или улучшение естественного ландшафта, прилегающего к городам, имеет большое оздоровительное и культурное значение, так как в ближних пригородах бывают сосредоточены ценнейшие природные и историко-культурные объекты, находящиеся под угрозой уничтожения. Природные и культурно-природные национальные и региональные парки являются одной из наиболее перспективных форм охраны ландшафтов и организации познавательного туризма, появляющиеся уже с конца 19 века, и обретающие все большую популярность в 20 и 21 веках – Йеллоустон (США), Плитвицкие озера (Хорватия), Фьордленд (Новая Зеландия), региональные парки Литвы, Франции и др. В национальных парках выделяются зоны научного интереса, заповедники, рекреационные зоны, зоны сельского и лесного хозяйства и др.

В заключение следует отметить, что зеленые зоны вокруг городов с древнейших времен и по сегодняшний день несут защитную функцию. С течением времени меняется лишь вид и источник угрозы, от которого ведется защита. Вначале от врагов, затем от эпидемий, неблагоприятных природных факторов, а в наш век – от загрязнения окружающей среды, гиподинамии и стрессов, заметно сокращающих срок жизни человека. Понимая историю защитных лесов, используя опыт прошлого, сегодня мы имеем возможность правильно организовывать зеленые пояса, создавать рекреационные зоны с активными видами отдыха, направленными на восстановление здоровья, чтобы рекреация (от лат. *recreatio* – восстановление) являлась не отдыхом ради отдыха, а, выполняя свое истинное назначение, стала формой защиты человека от современных угроз.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. History of the Green Belt in the UK // Green Belt: Green Belt UK Politics [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.politics-greenbelt.org.uk/history-of-green-belt-in-the-uk.html> – Дата доступа: 05.02.2017.

УДК 635.9

Маг. А.А. Зинович

Науч. рук. зав.каф. Т.М. Бурганская

(кафедра ландшафтного проектирования и садово-паркового строительства, БГТУ)

**ДРЕВОВИДНЫЕ ПИОНЫ КОЛЛЕКЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО  
БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН БЕЛАРУСИ**

Род пион (*Paeonia* L.) включает по разным источникам от 40 до 47 видов. Он представлен многолетними травами, реже кустарниками. Родиной пиона древовидного считается Юго-Западный Китай. В настоящее время в природе древовидные пионы распространены в Восточной Азии, Средиземноморье и на Кавказе [1].

В Центральном ботаническом саду НАН Беларуси (ЦБС НАН Беларуси) с 80-х годов 20 в. выращивают видовой пион древовидный (*Paeonia suffruticosa* Andr).

Это кустарник высотой до 1,5–2 м, с крупными ярко-зелеными дваждыперистыми листьями.

На одном растении может быть от 30 до 70 цветков. Диаметр каждого из них от 20 до 25 см. Вид полиморфен, поэтому окраска лепестков цветка может быть белой, розовой, малиновой, сиреневой с темно-малиновым пятном в основании. Лепестки плотные гофрированные.

Хорошо заметны крупные многочисленные тычинки с ярко-желтыми пыльниками. Есть формы с махровыми и полумахровыми цветками.

Продолжительность цветения кустарника 12–14 дней. На одном месте без пересадки он может произрастать более 20 лет.

В настоящее время в мире зарегистрировано более 1000 сортов пиона древовидного. Большая часть из них сосредоточена в Китае.

В ЦБС НАН Беларуси коллекция насчитывает 12 экземпляров видового пиона древовидного (*Paeonia suffruticosa*) с различной окраской цветков, и один экземпляр пиона древовидного сорта «*Hight Noon*» (*Paeonia suffruticosa* «*Hight Noon*»).

Растения сорта «*Hight Noon*» цветут в апреле – июне. Высота взрослых экземпляров составляет 100–150 см. Цветки золотисто-желтый, с небольшими красными пятнами в основаниях лепестков, полумахровые, диаметром 10–15 см.

Лепестки цветков плотные. Листья крупные, плотные с красно-вато-бронзовым оттенком. Двулетний привитой саженец этого сорта пиона древовидного был привезен в ботанический сад из Голландии в 2001 г.

В коллекции имеются также сеянцы 1995 г. (экземпляры №1–7)

и 2000 г. (экземпляры №8–12) местной репродукции, которые являются корнесобственными растениями. Характеристика окраски цветков и листьев пиона древовидного представлена в таблице 1.

**Таблица 1– Характеристика окраски цветков и листьев пиона древовидного в коллекции ЦБС НАН Беларуси, 2016 г.**

Таксон	№ экземпляра растения	Окраска цветков	Осенняя окраска листьев
<i>Paeonia suffruticosa</i>	1	–	Темно-зеленая окраска меняется по жилкам листьев на бордово-оранжевую; край листьев засыхает
	2	Розовая	Окраска не изменилась, край листьев засыхает
	3	Темно-малиновая	
	4	Белая	
	5	Белая с розовым налетом	Темно-зеленая окраска меняется по жилкам листьев на бордово-оранжевую; края листьев засыхают
	6	Белая	Листья светло-зеленые с буро-красной каймой по краю
	7	Розовая	Окраска не изменилась, край листьев засыхает
	8	Белая с розовым налетом	Листья темно-зеленые, окраску не изменили
	9	Белая	
	10	Темно-малиновая	Листья желтеют
	11	Белая с розовым налетом	Листья темно-зеленые, окраску не изменили
	12	Малиновая	Листья желтеют
<i>Paeonia suffruticosa</i> «Hight Noon»	13	Желтая	Листья разной окраски: темно-зеленые, белые, зеленые, краснеющие по краю

Основными морфометрическими показателями пиона древовидного являются высота растения, его диаметр, количество скелетных ветвей, прирост (таблица 2).

Первые семь экземпляров (№1–7) пиона древовидного, имеющие возраст 21 год, растут на экспозиционном участке ЦБС НАН Беларуси.

Это открытое место с большим количеством солнечного света.

У растений наблюдаются различия по высоте и диаметру надземной части, а также существенные различия по приросту побегов. Следует отметить, что данные экземпляры относятся к одному виду, но представлены различными формами по окраске цветков, что может быть причиной различий и их морфометрических признаков.

Существенное влияние на рост этих растений пиона древовидного могло оказать также вытаптывание почвы, обусловленное большим количеством посетителей экспозиционного участка.

**Таблица 2 – Основные морфометрические показатели пиона древовидного в коллекции ЦБС НАН Беларуси, 2016 г.**

Таксон	№ экземпляра растения	Возраст растения, лет	Высота растения, м	Диаметр надземной части, м	Прирост, см
<i>Paeonia suffruticosa</i>	1	21	0,75	0,80	7
	2		0,85	1,00	13
	3		0,85	1,00	15
	4		0,65	0,75	8
	5		0,85	1,10	12
	6		0,90	1,00	12
	7		1,10	1,20	15
	8	6	0,90	0,85	20
	9		0,80	0,90	18
	10		0,95	1,10	11
	11		0,30	0,50	5
	12		0,20	0,25	5
<i>Paeonia suffruticosa</i> «Hight Noon»	13	16	1,10	1,40	17

Остальные экземпляры (№8–13) произрастают в открытом грунте питомника, где посетителей не бывает.

Часть этих растений (экземпляры №8–10) по высоте и диаметру надземной части в целом соответствуют растениям в возрасте 21 год, а по приросту побегов даже превосходят их (экземпляр №8). Экземпляры №11 и №12 отличаются низкорослостью и медленным ростом побегов.

Таким образом, в условиях ЦБС НАН Беларуси наблюдаются существенный полиморфизм сеянцев пиона древовидного, обусловленный генетическими особенностями растений и условиями их произрастания в культуре.

Данное обстоятельство позволяет в культуре вести отбор наиболее декоративных экземпляров с определенным характером роста.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Итоги интродукции растений в Белорусской ССР. – Минск: Наука и техника, 1982. – 200 с.

УДК 712.4(476)(1-87)

Студ. Ю.А. Королькова

Науч. рук. доц. О.М. Березко

(кафедра ландшафтного проектирования и садово-паркового строительства, БГТУ)

**БЕЛОРУССКИЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ  
БЛАГОУСТРОЙСТВА И ОЗЕЛЕНЕНИЯ ДВОРОВЫХ  
ПРОСТРАНСТВ**

Изучение зарубежного опыта, безусловно, вносит разнообразие и дает толчок рождению новых идей и инициатив по формированию благоприятной архитектурно-пространственной среды, улучшению художественно-эстетических качеств белорусских городов, сел, природного ландшафта.

В современной практике озеленения европейских городов применяются некоторые специфические приемы формирования микроландшафтов. Это применение вертикального озеленения, устройство переносных садов, подвесного озеленения, зеленых островов в покрытии тротуаров, применение геопластики. В качестве примера рассмотрим дворовое пространство *Ulus Savoy Housing*.

Созданный рельеф местности обуславливает использование тех или иных ландшафтных приемов. Плоские участки служат как частные сады, а территории между ними удовлетворяют социальные нужды. Геометрию треугольника в данном жилом комплексе видно почти повсеместно. Расширяясь вверх, треугольники создают динамическую 3D структуру, которая отражает сформулированную архитектурную форму, объединяя горизонтальные и вертикальные поверхности [1].

Также в качестве примера из зарубежной практики рассмотрим джонный ландшафт в *Charlotte Garden* (Копенгаген, Дания).

Ландшафтную идею парка лучше всего наблюдать в динамике. Холодная сине-зеленая цветовая гамма – удачное решение для лета, меняются с наступлением зимы на золотистую. Дизайн построен на нюансах и визуально расширяет пространство. Извилистые плавные контуры дорожек и площадок смотрятся живописно и продуманно, создается как бы увеличение площади – за счет прогибов дорожки, где расположены различные (по наполнению) наборы садовой мебели. Также на данном объекте создан элемент таинственности – мебель немного прикрыта от взгляда высокими злаковыми травами [2].

В европейских странах уделяют большое внимание проблеме загрязнения окружающей среды. Одним из путей решения данного вопроса является уменьшение количества автомобильного транспорта, а этого, в свою очередь, можно добиться путем строительства велосипедных дорожек. Рассмотрим решение данной проблемы на примере

жилого комплекса St. Andrews в Лондоне. На сегодняшний день Лондон оснащен большим количеством автомобилей. Одним из основных путей решения этой проблемы там является устройство подземных и полуподземных гаражей, позволяющих ограничить доступ индивидуального транспорта в жилую среду, а также избежать асфальтирования значительных площадей поверхности земли и заменять его более экологичным плиточным мощением. Также стоит отметить, что при благоустройстве используются натуральные материалы. В домах находится полностью облицованная деревом закрытая игровая площадка. Она изготовлена из таких материалов, как валуны и бревна, а места для сидения расположены среди лужайки и посадок травянистых растений [3].

Для проведения сравнения зарубежного и отечественного опыта благоустройства и озеленения дворовых пространств стоит рассмотреть и белорусские примеры. Первым разберем дворовое пространство по ул. Лосика, д. 34 во Фрунзенском районе г. Минска.

Что касается Беларуси, то посадочный материал иногда бывает ослаблен и не всегда приживается на новом месте, что мы и видим в данном дворовом пространстве. Вместе с тем после посадки растений не проводится необходимый послепосадочный уход. Кроме этого, существует и проблема с газоном, который в данный момент находится в плохом состоянии. Он выглядит холмистым и на нем имеется большое количество проплешин, которые портят весь внешний вид.

Представленное дворовое пространство весьма компактное, однако, благодаря проекту, оно содержит практически все необходимые элементы. При этом детская площадка не имеет ограждения от парковки, что является небезопасным для детей. Также отсутствует спортивная площадка, предназначенная для более взрослого населения. Однако существует и ряд положительных аспектов, например, неподалеку от детской площадки расположены мусорные контейнеры, которые установлены на специально обустроенное и огражденное место, дорожки на площадке и вокруг самого дома выглядят аккуратно и устроены правильно. В целом можно сказать, что представленное дворовое пространство оборудовано, в основном, для детей школьного и дошкольного возраста.

Наконец, рассмотрим дворовое пространство по ул. Тимошенко, д. 38 (Фрунзенский район г. Минск).

В посадках используется пузыреплодник калинолистный, который высажен в виде живой изгороди вокруг детской площадки для ее ограничения от проезжей части. В целом можно сказать, что озеленение на территории дворового пространства по ул. Тимошенко, д. 38

весьма скудное, как и в большинстве дворов города Минска.

Представленное дворовое пространство, также как и в первом случае, содержит практически все необходимые элементы. Возле детской площадки расположено несколько скамеек для родителей, в качестве покрытия используется песчано-гравийная смесь. При этом приведенный двор имеет большое количество различного оборудования, предназначенного для игр детей школьного и дошкольного возраста.

В целом можно сказать, что большинство белорусских дворовых пространств учитывают нужды только младшего населения, причем остальная часть жителей должна находить места для отдыха не в дворах собственных домов, а за их пределами. При этом используется минимальное количество растительности, которая часто находится не в лучшем состоянии, и не учитываются все особенности подбора ассортимента для дворовых пространств. К примеру, на улицах нашего города высажено очень много тополей, так как их посадка дешевле и целесообразнее с точки зрения экономии городской площади. Тополь декоративен, растет быстро, отличается высокой способностью к размножению. Однако они являются причинами многих проблем. Тополиный пух имеет свойство набиваться во все щели и легко вспыхивает, являясь причиной очень многих летних пожаров. Сильные порывы ветра предвещают опасность падения деревьев и особенно тополей, так как они имеют слабую, поверхностную корневую систему. Также тополиный пух очень хорошо распространяет пыльцу, которая вызывает аллергическую реакцию у множества людей.

Изучение белорусского и зарубежного опыта позволяет нам найти пути решения проблем, связанные с благоустройством и озеленением. И основываясь на опытах разных стран, дает нам возможность совершенствования в области озеленения и благоустройства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Клубный дом Ulus Savoy, Стамбул – Турция / Teplyy Design [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://teplyydesign.com/ru/klubniy-budinok-ulus-savoy-stambul-turtsiya/>. – Дата доступа: 14.09.2016.

2. Дюнный ландшафт в CharlotteGarden / Улица мастеров [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://design-project.org/ideas/2012/dyunnyy-landshaft-charlotte-garden> – Дата доступа: 18.09.2016.

3. Жилой комплекс St. Andrews в Лондоне /Speech: archspeech. интернет-издание об архитектуре, градостроительстве и дизайне [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://archspeech.com/object/zhiloy-kompleks-st-andrews-v-londone>. – Дата доступа: 15.09.2016.

УДК 712.4

Маг. Е.И. Овлашевич

Науч. рук. доц. С.А. Праходский

(кафедра ландшафтного проектирования и садово-паркового строительства, БГТУ)

**ОСОБЕННОСТИ И ОПЫТ СОЗДАНИЯ  
МИНИДЕНДРОПАРКОВ НА ТЕРРИТОРИЯХ ЛЕСХОЗОВ  
БЕЛАРУСИ**

Дендрарий (арборетум) – участок с коллекционными древесными и кустарниковыми растениями [1]. Его территория отведена под культивацию в открытом грунте древесных растений, которые размещены по тем или иным признакам, например по декоративным, географическим и т.д. Дендрарий обычно имеет научное, художественное и хозяйственное значение. Зону дендрария, которая предназначена для общественного отдыха, часто называют дендропарком [2]. Дендропарки чаще всего имеют пейзажную планировку, в них также представлен богатый ассортимент древесно-кустарниковой растительности. Композиционное разнообразие достигается средствами зеленых насаждений, геопластики, водными устройствами и малой архитектурой.

На территории Республики Беларусь дендрарии чаще всего располагаются при лесхозах. Наиболее значимыми по биоразнообразию являются Глубокский, Верхнедвинский и дендрарий Национального парка «Нарочанский». В некоторых лесхозах РБ существует целая сеть небольших дендропарков (Стародорожский, Городокский и пр.).

Так, например, дендрологический сад Глубокского опытного лесхоза второй по величине и видовому разнообразию дендрарий Беларуси (после Минского Ботанического сада) и единственный в своей климатической подзоне. Здесь на площади 8,2 га собраны свыше 500 видов деревьев и кустарников с 5 континентов, за что дендросад называют «планетой в миниатюре».

Дендросад был заложен в 1963–1967 гг. инженером по лесным культурам В.А. Ломако для изучения возможностей роста в местных условиях технически ценных и декоративных деревьев и кустарников-интродуцентов из разных стран и климатических зон для внедрения их в лесное хозяйство, а также для озеленения.

При закладке дендросада использовано сочетание регулярного и ландшафтного стилей. Первый выражен в разбивке основных аллей и дорожек, второй в размещении групп растений, в устройстве водоемов и других элементов ландшафта.

Территория дендросада разграничена основными аллеями на 12 секций. Аллеи шириной 5–6 м образованы посадками конского

каштана, туи западной, черемухи Маака, рябины обыкновенной, клена остролистного. В бордюрах высажены кустарники: кизильник блестящий, бирючина обыкновенная, жимолость татарская, барбарис Тунберга, ива пурпурная и другие. Внутри секций проложены маршрутные дорожки, обрамленные посадкой таволги Бумальда.

Всего в саду высажено более 1100 деревьев и кустарников, создано 4,6 км живых изгородей из 26 тысяч кустарниковых растений. Для вьющихся растений установлено 12 опор. В самых низких местах сада создано 3 водоема по 0,06 га. На одном из естественных склонов юго-восточной экспозиции устроена альпийская горка, где на 60 м<sup>2</sup> высажены многолетники из альпийской флоры. В саду имеется коллекционный питомник для выращивания посадочного материала.

Деревья и кустарники размещены по систематическому принципу биогруппами по 5–10 шт. (кустарники по 10–20 шт.). Есть редкие экзоты: гинкго двулопастный, бархат амурский, рододедрон кэтевбинский, ель европейская форма змеевидная, липа крупнолистная, тис ягодный, орехи маньчжурский, сердцевидный и серый, бук лесной и другие.

Так же по инициативе работника лесхоза около 40 лет назад был создан дендропарк и в Верхнедвинске. На площади в семь гектаров создано царство редких растений – здесь произрастает 312 видов древесных и кустарниковых пород, завезенных со всех уголков бывшего Советского Союза. Есть представители дендрофлоры Дальнего Востока, Средней Азии и Северной Америки. Здесь прижились 14 различных видов ели, 10 – пихты, 8 – лиственницы, 15 видов сосны, 6 – дуба, 8 – березы, в том числе бумажная и черная. Растет идуб болотный, и тюльпанное дерево. А семена, полученные с плантации кедровой сосны, всходят в Беларуси на 10–20% лучше, чем привезенные из Сибири.

Известен не только в Беларуси, но и за ее пределами дендрологический сад имени С.А. Гомзы, созданный на территории Национального парка «Нарочанский» в 2002 году как научно-экскурсионный объект.

Основное его назначение – сохранение природных богатств, собрание коллекционного фонда растений, не произрастающих в естественных условиях Беларуси. Площадь дендросада – 16 га, находится он между озерами Нарочь и Мястро. Вся его территория разделена на пять ботанико-географических зон (различных материков) – на каждом участке представлены растения, характерные для флоры данного региона.

Местной достопримечательностью является дендрарий в

д. Дуброва, Осиповичского района. Занимает площадь 1 га и находится в квартале №54 Жорновского лесничества. Заложен в 1909 году как приусадебный парк. Состоит из групповых посадок. Здесь произрастает более 100 видов деревьев и кустарников, интродуцированных из Северной Америки, Дальнего Востока, Средней Азии, Западной Европы.

Согласно принятой Министерством лесного хозяйства Государственной программы развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011–2015 годы в каждом лесхозе создаются дендропарки и в каждом лесничестве мини-дендропарки (дендрарии) для выращивания редких и коллекционных пород деревьев и кустарников.

Основные работы по созданию дендропарков были проведены в 2010–2011 годах, сейчас ведется уход за высаженными растениями.

Так же планировалось расширение уже существующих дендропарков и увеличение в них ассортимента древесных и кустарниковых пород.

В результате реализации данной Программы, небольшие участки, предназначенные для отдыха населения, стали настоящими визитными карточками многих хозяйств. Простота, удобство и практичность – основные принципы, используемые при благоустройстве территорий.

Так в Руденском лесничестве Пуховичского района создан мини-дендропарк на небольшой площади в 0,269 гектара с 850 растениями 70 разных пород.

Стараниями умельцев лесничества мини-дендропарк стал местной достопримечательностью. Кроме украшения парк служит и учебно-просветительским целям. Здесь регулярно проводятся экскурсии для ребят со всего Пуховичского района.

Кроме этого, многие учащиеся средней школы и вспомогательной школы-интерната Руденска уже не один год помогают работникам лесничества в наведении порядка на территории парка.

Местные жители, заезжая в лесничество за новыми растениями для приусадебных участков, заходят в мини-дендропарк, чтобы посмотреть, каким в итоге вырастет присмотренный кустарник или дерево.

На территории Любанского лесничества дендропарк заложен на площади 8,2 га. Основное функциональное назначение объекта – создание коллекции древесно-кустарниковых пород, имеющих научное и познавательное значение.

Принцип формирования экспозиций – географический. Всего в дендропарке выделено 5 ботанико-географических зон: Европа, Се-

верная Америка, зона Крыма, Кавказа и Средней Азии, Сибирь, Дальний Восток.

Также на территории дендропарка заложен плодовый сад. Высажено 164 вида древесно-кустарниковых пород, количество растений – 3287 шт. Построены 2 беседки, установлены деревянные скульптуры зверей и птиц. Дорожки отсыпаны гравийно-песчаной смесью.

Во всех лесничествах, относящихся к данному лесхозу, заложены минидендропарки, общая площадь которых составляет 2,8 га. Всего высажено 1290 экземпляров растений, которые представляют 199 родов, 320 видов, 64 формы. Ежегодно проводится расширение видового состава минидендропарков.

В целом можно отметить, что при создании дендрариев и дендропарков, мини-дендропарков на территории всех лесхозов и лесничеств внимание направлено на решение следующих важных задач:

- 1) эстетическое воспитание подрастающего поколения граждан;
- 2) повышение престижа работы в лесном хозяйстве;
- 3) благоустройство территории около лесничеств;
- 4) расширение ассортимента выращиваемых декоративных растений – созданные в дендропарках и дендрариях коллекции древесных и кустарниковых растений местных и интродуцированных древесных видов создают хорошую базу (маточник) для заготовки вегетативного посадочного материала (черенков) для размножения в питомническом хозяйстве;
- 5) повышение доходности лесного хозяйства. Со временем можно вернуть деньги, вложенные в создание дендропарков путем проведения оплачиваемых экскурсий, организацией и проведением торжественных мероприятий на территории дендропарков.

Следующим этапом работы стало содействие разработке планировочной структуры демонстрационных садов дендрариев начиная с 2016 года.

Так в рамках работы кафедры ландшафтного проектирования и садово-паркового строительства выполнены проекты благоустройства территорий Борисовского, Молодечнеского и Ивьевского лесхозов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сокольская, О.Б. Ландшафтная архитектура: специализированные объекты : учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений / О.Б. Сокольская, В.С. Теодоронский, А.П. Вергунов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 224 с., [16] л. цв. ил.

2. Сычева, А.В. Ландшафтная архитектура : учеб.пособие для студ. вузов / А.В. Сычева. – 2-е изд., испр. – М.: «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. – 87 с.

Студ. Н.В. Партасевич

Науч. рук. доц. С.А. Праходский

(кафедра ландшафтного проектирования и садово-паркового строительства, БГТУ)

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УСТРОЙСТВА МАЛЫХ ГОРОДСКИХ САДОВ**

Зеленые насаждения в условиях города имеют особое значение в его жизни и функционировании, так как оказывают значительное влияние на возможность организации отдыха населения, улучшают качество городской среды и архитектурно-эстетический облик. Но, среди этих функций, в связи со стремительным ростом городов, все больше внимания уделяется экологической роли зеленой среды. Городские насаждения являются своеобразными фильтрами для защиты города от вредных воздействий.

Так как большинство городов уже сформированы, найти место для создания крупного зеленого объекта достаточно сложно.

Поэтому в последнее время набирают популярность объекты озеленения с малой площадью (до 10 га), такие, как классические скверы, малые городские сады, и современные парклеты, карманные парки и т.п. В зарубежной практике частыми приемами являются озеленение крыш и вертикальное озеленение зданий.

Как известно, малый городской сад – это ограниченное пространство, расположенное возле общественного, жилого или промышленного здания и сформированное с использованием средств ландшафтного дизайна.

Он может занимать территорию в среднем от 0,2 до 5–6, иногда до 10 га.

К малым садам также относят озелененные территории офисов, гостиничных комплексов, супермаркетов, вузов, НИИ, лечебных учреждений, санаториев, детских садов, школ и др. Малые сады размещаются и в жилой застройке.

Также они могут быть расположены на территориях различных промпредприятий. Следует отметить, что к малым садам относят также зимние сады, сады на крышах и внутренние дворики [1].

Сквер – благоустроенная и озелененная территория внутри жилой или промышленной застройки. Сквер – объект озеленения города, представляющий собой участок величиной 0,15–2 га; размещается обычно на площади, перекрестке улиц, либо на примыкающем к улице участке квартала.

Планировка сквера включает дорожки, площадки, газоны, цветники, отдельные группы деревьев, кустарников. Предназначается для

кратковременного отдыха пешеходов; художественного оформления архитектурного ансамбля. В большинстве случаев площадь сквера не превышает 2 га, но встречаются скверы и довольно значительных размеров [2].

Парклет – это небольшая зона отдыха в крупных городах, в частности деловых районах, являющаяся продолжением тротуара. В основном парклеты устанавливаются на автомобильных парковках в один уровень с тротуаром, и занимают несколько парковочных мест. Парклет может содержать натуральную или искусственную растительность, либо другие объекты благоустройства.

Он может быть приспособлен под парковку для велосипедов, либо включать в себя эту парковку.

Парклеты – это постоянные сооружения, но они должны быть, в случае необходимости, легко демонтируемыми. Согласно первоначальному замыслу, парклеты являются общедоступными, но есть и такие, доступ к которым ограничен (у ресторанов, кафе) [3].

Главное отличие карманных парков в том, что они очень маленькие, по сравнению с парками или скверами. Благодаря малым размерам, они обустраиваются прямо на улицах, в сложившейся застройке, на любом незанятом участке земли.

Карманные парки отличаются от других парков целями. Они не рассчитаны для прогулок, так как территория ограничена. Поэтому на территории этих объектов устраиваются места для отдыха среди зелени, иногда устанавливаются небольшие детские площадки.

При этом, преследуется цель улучшить не только конкретное место, но и городскую среду вокруг карманного парка.

Именно поэтому оформление таких территорий должно быть индивидуальным. Это достигается использованием различных дизайнерских приемов, арт-объектами и другими проектными решениями. Таким образом, пространство вокруг преобразуется, появляется место для отдыха людей и среда обитания для мелких животных и птиц среди застройки [4].

Проанализировав современные примеры приемов решения городской среды, можно сделать вывод о том, что основными тенденциями в проектировании и устройстве городских малых садов являются следующие:

- воздействие времени на функционирование объектов. Учитываются суточные, месячные и сезонные изменения в количестве посетителей и рода их занятий;

- индивидуальность. Создается при помощи всевозможных композиционных приемов, свойственных архитектурному и ландшафтному дизайну.

шафтному дизайну: выразительные детали и объекты, монументальные сооружения, водные устройства и стилистика исторических зданий;

– комфорт. Эффект создается при наличии необходимого оборудования, мест рекреации, пешеходной доступности и удобства остановок пассажирского транспорта, озеленения и ландшафтного дизайна;

– использование водных устройств. Способствуют улучшению микроклиматических характеристик среды декоративные фонтаны или водопады, а также каскады, разбрызгивающие устройства и водоемы;

– создание экологически благоприятной среды. Характеризуется достаточной степенью озеленения, отсутствием загрязнений (применяются установленные санитарно-гигиенические нормы) нормативной аэрацией, а также инсоляцией пространства;

– имитация и изменение природы. В урбанизированной среде общественных центров широко используются подчеркнута искусственные, геометризованные ландшафтные формы. Эффект присутствия природы в городах создается и декоративными средствами ландшафтного дизайна;

– многоуровневое озеленение. Наряду с традиционным размещением зеленых насаждений в уровне земли предусматривает также вертикальное озеленение стен, создание озелененных крыш, террас. Желательно учитывать возможности озеленения всех свободных участков, расположенных выше или ниже естественной поверхности земли: эстакад, пешеходных платформ, откосов, технических сооружений, стен и т.п. [5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Law.biz [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://law.biz.ua/8/malyj-sad-studopediya>.

2. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D0%B2%D0%B5%D1%80>.

3. Gardener [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.gardener.ru/library/architectural\\_panorama/page3319.php?cat=802](http://www.gardener.ru/library/architectural_panorama/page3319.php?cat=802).

4. Зеленый город [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://green-city.su/%EF%BB%BFparklety-zaxvatyvayut-san-francisko/>.

5. Архи Бум [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.archiboom.ru/events/stati/blagoustroystvo-obshchestvennykh-tsentrov-sovremennye-tendentsii.html>.

УДК 582.542.11:58:069\*16(476)

Студ. В.С. Смурага

Науч. рук. зав. каф. Т.М. Бурганская

(кафедра ландшафтного проектирования и садово-паркового строительства, БГТУ)

**АССОРТИМЕНТ И СОСТОЯНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ ЗЛАКОВ  
В КОЛЛЕКЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА  
НАН БЕЛАРУСИ**

Оригинальный облик, изящные листья, необычные соцветия позволяют применять декоративные злаки в таких видах цветочно-декоративного оформления как солитеры, массивы, групповые посадки, бордюры.

Декоративные злаки хорошо сочетаются со многими кустарниками, многолетними и однолетними цветочными культурами. В высушенном виде они являются превосходным материалом для создания сухих букетов и флористических композиций.

Объектами исследований являлись многолетние и однолетние декоративные злаковые растения открытого грунта, произрастающие в коллекционных посадках ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» (ЦБС НАН Беларуси).

Исследования проводились в осенний период 2016 г. Методикой проведения исследований предусматривалось изучение в коллекционных посадках ЦБС НАН Беларуси видового и сортового состава декоративных злаков однолетней и многолетней культуры, оценка декоративных качеств растений (окраска соцветий и листьев, сезонные изменения окраски соцветий), определение их морфо-метрических показателей (длина листьев, высота генеративных побегов, длина соцветий).

Высоту декоративных злаков измеряли от корневой шейки до верхней точки роста растений. Длину метелки измеряли от основания соцветия и до его верхней части. Окраску соцветий определяли в фазе начала и полного распускания.

Состояние растений оценивалась по 5-бальной шкале:

5 (отличное) – растения здоровые, хорошо развиты, формируют красивый габитус, обильно цветут; повреждений болезнями и вредителями нет, окраска, величина цветков и листьев нормальные;

4 (хорошее) – небольшое угнетение роста и несколько ослабленное цветение растений, размеры растений уменьшены;

3 (удовлетворительное) – значительное угнетение роста, растения ослаблены, цветут слабо, выражены признаки повреждения вредителями и развития болезней;

2 (неудовлетворительное) – сильное угнетение роста и развития растений, цветения не наблюдается, признаки развития болезней и повреждения вредителями выражены в сильной степени;

1 – гибель растений.

Результаты исследования, показали, что в ЦБС НАН Беларуси выращивается богатый ассортимент видовых и сортов однолетних и многолетних декоративных злаков, многие из которых характеризуются высокими декоративными качествами.

Большим разнообразием родов и видов представлены однолетние злаки – 12 родов и 22 вида, в то время как многолетние злаки – 8 родами и 8 видами.

Самыми многочисленными в коллекции однолетних злаков являются роды: *Setaria* (*S. italica*, *S. macrostachia*, *S. viridis*, *S. verticillata*), *Sorghum* (*S. bicolor*, *S. nigrum*), *Bromus* (*B. briziformis*, *B. rubens*). Одним видом представлены 5 родов: *Coix* (*C. lacrima-jobi*), *Lagurus* (*L. ovatus*), *Lamarckia* (*L. aurea*), *Polypogon* (*P. monspeliensis*), *Panicum* (*P. capillare*). Однолетние злаки имеют разнообразные по длине листья: мелкие (*Lagurus ovatus*, *Bromus rubens*, *Bromus briziformis*, *Lamarckia aurea*, *Polypogon monspeliensis*), средних размеров (*Coix lacrima-jobi*, *Panicum capillare*, *Setaria italic*, *Setaria macrostachia*), крупные (*Sorghum bicolor*, *Sorghum nigrum*). Однолетним декоративным злакам в коллекции присущи различные по высоте генеративные побеги – от 40 до 269 см. Злаки имеют различные по длине соцветиями: очень длинные – 35–38 см (*Panicum capillare*), так и очень короткими – 1,5–2 см (*Bromus briziformis*). Окраска соцветий однолетних злаков – светло-зеленая, зелено-желтая, беловатая, темно-коричневая, буроватая, фиолетово-бронзовая, серая с серебристыми оттенками, а некоторым присуще опушение соцветий (*Lagurus ovatus*, *Panicum capillare*). Все однолетние декоративные злаки находятся в отличном и хорошем состоянии.

Среди многолетних злаков наибольшим разнообразием форм представлен мискантус китайский (сорта '*Autumn Light*', '*Zebrinus*', '*Kleine Fontaine*', '*Malepartus*'). Многолетние злаки имеют разнообразные по длине листья: мелкие (*Festuca cinerea*), средних размеров (*Arrhenatherum elatius*, *Miscanthus sinensis* '*Kleine Fontaine*', *Helictotrichon sempervirens*), крупные (сорта мискантуса китайского). В этой группе представлены растения с генеративными побегами различной высоте – от 61 до 179 см. Многолетние злаки образуют различные по длине соцветиями: длинные – 45–46 см (*Miscanthus sinensis* '*Malepartus*'), короткие – 7–8 см (*Festuca cinerea*) или не имеют вообще соцветий (*Miscanthus sinensis* '*Zebrinus*').

Окраска соцветий исследуемых многолетних злаков – белорозово-бордовая, серая с серебристыми оттенками, а некоторым видам присуще опушение соцветий (*Miscanthus sinensis* 'Kleine Fontaine', *Miscanthus sinensis* 'Malepartus'). В течение сезона окраска соцветий у некоторых сортов мискантуса китайского может изменяться. Например у *Miscanthus sinensis* 'Krater' окраска соцветий меняется от бордовой до серебристо-бордовой. Большинство многолетних декоративных злаков, произрастающих в коллекционных посадках ЦБС НАН Беларуси, находятся в отличном и хорошем состоянии, но и имеются с удовлетворительным состоянием – *Arrhenatherum elatius*.

Сравнительный анализ морфометрических показателей растений, интродуцированных в ЦБС НАН Беларуси, с литературными данными показал, что в условиях на 2016 г. многолетние декоративные злаки формируют более мелкие соцветия и небольшие по высоте растения, а некоторые виды вообще не зацвели (*Miscanthus sinensis* 'Autumn Light'). Например, по литературным данным райграс высокий высотой около 120 см, в условиях Беларуси имеет высоту 95 см, лamarca золотистая высотой около 40 см, длина колоса 10 см, в наших условиях имеет высоту – 0,35 м, длину колоса 9 см [1–4].

Таким образом, проведенные исследования показали, что в ЦБС НАН Беларуси собрана богатая коллекция декоративных злаков, которые отличаются разнообразием декоративных признаков и в целом находятся в хорошем или отличном состоянии. Однако в условиях 2016 г. многолетние злаки не достигают характерных для них параметров по высоте надземной части и размерам соцветий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Колесникова, Е.Г. Сухоцветы и декоративные злаки / Е.Г. Колесникова. – Москва: МСП, 2002. – 176 с.
2. Цвелёв, Н.Н. Декоративные травянистые растения для открытого грунта / Н.Н. Цвелёв; под ред. Н.А. Аврорин. – Л.: Наука, 1977. – 459 с.
3. Райграс высокий [Электронный ресурс] / Райграс высокий, французский. – Режим доступа: [megabook.ru>article/Райграс высокий, французский](http://megabook.ru/article/Райграс_высокий_французский). – Дата доступа: 24.10.2016.
4. Декоративные культуры для сада [Электронный ресурс] / Овсяница сизая, описание. фото, условия выращивания, применение. – Режим доступа: <http://sadsamslabo.ru/steny/1939-ovsyanicza-sizaya-opisanie-foto-usloviya-vyrashhivaniya-primenenie.html>. – Дата доступа: 22.10.2016.

УДК 712.4(476)

Студ. Е.А. Ясенко

Науч. рук. доц. С.А. Праходский

(кафедра ландшафтного проектирования и садово-паркового строительства, БГТУ)

### ХАРАКТЕРНЫЕ ЧЕРТЫ ТРАДИЦИОННОГО БЕЛОРУССКОГО ЦВЕТНИКА

С активным развитием ландшафтного дизайна в Беларуси, возвращается интерес к традиционным цветникам, теме истоков, появляются попытки выделения характерных особенностей для белорусского сада.

Традиция высаживать возле дома цветы, красивые деревья и кустарники характерны для многих стран, в том числе и для нашей страны. Более того, фактически это составляет уже черту народной культуры. Многие считают, что белорусская культура это – фольклор, песни, ткачество, изделия из соломки и глины. Однако следует отметить, что цветочные и декоративные древесные растения – это тоже история и традиции, насчитывающие не одно столетие. Так, в имениях богатых людей, традиционно было принято создавать парки, цветники и даже строить оранжереи. Невысокие растения с кистевидными соцветиями белых, а иногда и нежно сиреневых махровых цветков выращивали повсеместно. Известно, что крестьяне возле своих домов высаживали «для красоты» деревья местной флоры, например, березу, ель, рябину, липу. А первым цветком, используемым у дома, по некоторым сведениям, стала мыльнянка лекарственная (*Saponaria officinalis*) из местной флоры. Постепенно, это старинное растение «белорусских цветников» вытеснили интродуценты, которые распространялись из частных парков и ботанических садов. В наше время мыльнянка сохранилась в немногих деревенских цветниках, а «заморские цветы» «разбежались» по территории всей страны и выращиваются теперь повсеместно, их можно встретить практически возле каждого дома в сельской местности, на дачных участках, в озеленительных посадках возле школ, в больших и малых городах [1].

Как появились экзоты на отдельных крестьянских подворьях доподлинно неизвестно. Например, в одной из деревень возле Большого Можейково, по словам местных жителей, небогатый пан распорядился посадить много сортов роз в честь своей сестры, которую звали Ружей. Крестьянская девочка, подружившаяся с Ружей, получила в подарок черенки роз, что привело к их появлению на крестьянских подворьях [2].

Не менее интересно узнать, какие интродуцированные виды растений распространены сейчас, какие стали «классикой» белорус-

ского цветника. Поэтому одним из аспектов исследования культурной флоры декоративных растений было выявление ряда растений, исконно культивируемых на приусадебных участках Беларуси. Интересно также, что почти 60% населения еще в 1970-е годы составляли деревенские жители. Поэтому не удивительно, что старинные и наиболее широко-распространенные декоративные растения – находятся именно в сельской местности. Исходя из полевых исследований в некоторых деревнях и селах, можно выделить характерные, наиболее часто повторяющиеся черты белорусского подворья, при этом принимая во внимание информацию о внешнем виде белорусских домов в довоенное время.

Цветник, или как его называли ранее, «гародчык», как правило, украшал лицевую сторону дома или же продолжался вдоль стен. Он характеризовался буйством красок, ароматов, количеством и разнообразием растений, загущенностью посадок. Анализ рассмотренных участков показывает, что чаще других в цветниках сельской местности встречаются:

- астра ново-бельгийская (сорта);
- аспарагус лекарственный;
- нивяник наибольший;
- гвоздика турецкая;
- дицентра прекрасная;
- ирис германский (сорта);
- лилейник гибридный;
- лилии голандская и тигровая;
- лихнис халцедонский;
- пион молочноцветковый (сорта);
- пион лекарственный (сорта);
- флокс метельчатый (сорта);
- рудбекия рассеченная;
- бархатцы (сорта видов р. *Tagetes*);
- календула лекарственная;
- георгина культурная (сорта).

Также часто встречаются шиповник («шывшыны») или старые сорта роз («руж») и сирень («бэз»). Все это в совокупности составляет цветочно-декоративную композицию, которую можно назвать старинным белорусским цветником. Перечисленные виды оказались среди старожил белорусских цветников – многие выращиваются уже более 200 лет. Как и много лет назад, цветы высаживают рядами вдоль стены дома, располагая, например, более высокий аспарагус по углам,

чтобы не затенял окна, и чередуя кусты пионов с кустами флоксов и лилейников. Встречаются цветники, где рядами высажен один вид растений, например, ирисы, или лилейник.

Помимо декоративно-травянистых растений на приусадебных участках Беларуси часто выращиваются красивоцветущие кустарники – сирень, розы, чубушник и гортензию.

Если розы и сирень выращиваются на крестьянских подворьях уже несколько столетий, то гортензия стала популярной в последние десятилетия и культигенный ареал этого вида в республике расширяется, в то время как культигенный ареал чубушника сокращается из-за того, что их стали меньше выращивать именно на приусадебных участках. Одновременно постепенно сокращается ареал георгин, гелиопсиса, старинных сортов ириса и флокса метельчатого. Цветники дачников на сегодняшний момент, конечно же, более насыщены оригинальными растениями. Разнообразнее там и цветочные композиции – появились рокарии и миксбордеры [2].

В последние годы все чаще высаживают вербейник точечный, энотеру, очиток видный, страустник, современные сорта лилий, астильбы, петунии, клематисы, часто используются декоративные деревья и кустарники.

По результатам исследований, можно выделить ряд характерных особенностей, присущих белорусскому цветнику:

- конфигурация и местонахождение (лицевая сторона дома, Г или П-образная форма;
- достаточно широкий ассортимент растений (старинные сорта, культивируемые более 200 лет);
- загущенность посадок, сомкнутость;
- наличие большого количества ароматных растений.

Сравнительный анализ белорусского цветника с цветниками соседних государств, проведенный работниками ЦБС НАН Беларуси, дает веское основание утверждать, что он выгодно отличается от польских и прибалтийских больших разнообразием видов растений, особенно старинных (у соседей преобладают современные сорта низкорослых и ампельных однолетних растений, розы и хвойные, высаженные на фоне газона) [1].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Флора Беларуси. Википедия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://be.wikipedia.org/wiki/Флора\\_Беларуси/](https://be.wikipedia.org/wiki/Флора_Беларуси/).
2. Декоративные травянистые растения культурной флоры Беларуси. [Электронный ресурс]. <https://books.google.by/books>.

УДК 338.48:502

Студ. Ю.А. Бахар

Науч. рук. ст. преп. Н.И. Зданович

(кафедра туризма и природопользования, БГТУ)

**РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ  
АКТИВНОГО ОТДЫХА ДЕТЕЙ  
НА БАЗЕ ГОРНОЛЫЖНОГО ЦЕНТРА «СИЛИЧИ»**

В мировой практике рекреационная деятельность основана на использовании природных объектов и объектов, созданных руками человека для удовлетворения потребностей общества в отдыхе, в том числе активном.

Важной задачей не только общества, но и государства при формировании будущего поколения страны является организация детского отдыха. Детский туризм является актуальной темой в развитии рекреационной деятельности. Одной из важных целей его как спорта, оздоровления и вида деятельности является формирование здорового образа жизни. Но не менее важной, на наш взгляд, является воспитательная составляющая.

Анализ мировой индустрии детского активного отдыха показал, что в его основу положены истории известных литературных героев и героев мультфильмов, которые достаточно хорошо известны как детям, так и родителям, и сосредоточены в различных тематических парках развлечений. Они дополняются современными детскими развлечениями. Но если американские Диснейленды с героями Уолта Диснея или парки старейшей голливудской киностудии Universal Studios с героями культовых фильмов и мультипликационные хиты работают на американский патриотизм, парк Юнибаккен в Стокгольме с героями Астрид Линдгрен – на шведский, парк в Финляндии ориентирован на героев сказок Туве Янссон и т. д., то детские праздники или дни рождения в наших парках развлечений на такие тематики как «Лунтик», «Свинка Пеппа», «Миньон», «Щенячий патруль» и т. п. льют воду на чужую мельницу и не способствуют увеличению туристической привлекательности ни того места Беларуси, где они расположены, ни самой Беларуси.

Еще 4 декабря 2004 г. было принято Постановление Межпарламентской Ассамблеи государств – участников Содружества Независимых Государств № 24–12 «О детском и юношеском туризме». Одна из целей его – обеспечение всестороннего развития подрастающего поколения, утверждение здорового образа жизни, создание условий для занятий туристско-краеведческой и экскурсионной деятельностью, приобщение детей и юношества к

патриотическому наследию своей Родины [1].

С учетом этих целей появилась идея организации детского активного отдыха на территории Логойского района. После исследования территории ГЛХУ «Логойский лесхоз» было определено несколько мест возможной реализации предлагаемого проекта, но наиболее привлекательной признана территория Республиканского горнолыжного центра «Силичи». Этот объект давно используется для развития спортивного туризма, но детский рекреационный туризм имеет здесь незначительное развитие, хотя природный потенциал (благоустроенная территория с небольшим озерцом), имеющаяся инфраструктура (беседки вокруг озера) вполне благоприятны для этого. Выбор был обусловлен также и самым главным – наличием возможной целевой аудитории. Идея организации детского активного отдыха на территории Логойского района заключается в сочетании физического и духовного развития. В силу того, что молодое поколение постепенно уходит от своей культуры и традиций (влияние глобализации) было решено включить в программу детского мероприятия традиции физической культуры белорусов, воплощенные в подвижных играх [2], а также персонажей белорусской мифологии (богов пор года, духов различных стихий). Это позволило придать игре познавательную ценность.

В нашей этнографической литературе нет единой классификации детских игр. Обычно выделяют следующие группы: игры с движением (бег, прыжки); игры с мячом; игры с камешками, палками, деревяшками; игры с веревкой, жгутом; игры с завязанными глазами; символические игры (в животных и птиц). Кроме игр существуют забавы (к ним можно отнести т. н. «хадулі»). В них преобладают словесные формулы, а игровой элемент выполняет вторичную роль. В современном мире достаточно популярны, известны и интересны квест-игры, которые содержат в себе загадку, для разгадки которой необходимо приложить немалые умственные усилия. В нашем проекте задачи, скороговорки, загадки, составляющие содержание квест-заданий, используются для активизации внимания участников и прохождения очередного этапа игры.

В качестве одного из элементов традиционной культуры белорусов было решено включить в программу мероприятия мифологических персонажей (это Велес, Лада, Ляля Водяной, Мороз, Мокошь, Зюзя, Дажьбог, Ярило, Жыжаль, Чернобог), роль которых могут выполнять переодетые в соответственные костюмы организаторы или (при желании) родители.

Прежде чем попасть к очередному мифологическому герою,

участникам необходимо преодолеть препятствия и отгадать ряд загадок, ребусов, заданий. Для облегчения их выполнения даются подсказки.

Участникам в процессе прохождения маршрута будут предложены такие игры, как «Кошкі і мышкі» (скороговорка с догонялками), «Бульбінка» (игра на смекалку), «Сапсаваны тэлефон» (игра на внимание), «Шчука» (быстрая и подвижная игра), «Рухі» (подвижная игра; правила игры сходны с игрой в «городки», но с оригинальными фигурами – «плот», «вароты», «калодзеж», «воз», «казёл», «хата», «серп»), «Вышыбайла» (подвижная игра с мячом); «Воўк» (игра с мячом, в которой участвуют «воўк» и «паляўнічыя»), «Сляпы музыка» (игра на музыкальный слух), «Калдун» (играют две команды – «калдуны» догоняют «дзяцей»). В состав игровых мероприятий включены различные виды препятствий, преодоление которых требует командной игры. Ориентировка на маршруте способствует освоению элементов спортивного ориентирования. Организуемое мероприятие в свою очередь имеет признак современного вида игр – квест-игр.

Таким образом, традиционные игры, несмотря на свою давность, можно включать в организацию современного активного отдыха детей, т. к. они основаны на использовании нехитрых приспособлений, которые с легкостью можно использовать в теперешних условиях.

При помощи данного проекта можно повысить конкурентоспособность горнолыжного комплекса «Силичи» среди подобных центров и организаций как Логойского района, так и Минской области. Это расширит возможности использования инфраструктуры «Силич» не только в зимнее время. На наш взгляд, использование предложенных элементов традиционной культуры будет востребованным и при организации семейного отдыха.

Это также позволит расширить кругозор участников и разбудит интерес к белорусской культуре, привлечет внимание к ее самобытности, а значит увеличит туристическую привлекательность не только ГЛХУ «Логойский лесхоз» и Республиканского горнолыжного комплекса «Силичи», но и нашей страны в целом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. О детском и юношеском туризме: Закон государств – участников Содружества Независимых Государств от 4 дек. 2004 г. № 24-12. Минск: Дикта, 2004. – 10 с.

2. Гульні, забавы, ігрышчы / Склад. Лозка А.Ю. Серыя Беларуская народная творчасць. – Мінск: Беларуская навука, 1996. – 534 с.

УДК 388.48

Студ. Е.И. Гиль

Науч. рук. зав. каф. О.В. Бахур

(кафедра туризма и природопользования, БГТУ)

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОЛОГО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ВОДНОГО МАРШРУТА ПО ТЕРРИТОРИИ РАСПОЛОЖЕНИЯ ГЛХУ «ВОЛОЖИНСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

Экологический туризм – путешествия к относительно неискаженным или незагрязненным областям с уникальными природными объектами. Экотуризм – это природный туризм, который включает изучение окружающей природной среды и служит для улучшения обстановки в этой среде. В основе экотуризма лежит забота об окружающей среде. На первый план выходит организация поездки с ограниченным числом участников в природные зоны с возможным посещением мест, представляющих культурный интерес, с целью реализации различных проектов охраны и рационального использования природных ресурсов. По определению Международной организации экотуризма, «экологический туризм – это ответственное путешествие в природные зоны, области, сохраняющие окружающую среду и поддерживающие благосостояние местных жителей» [1].

С развитием массового туризма во второй половине 20 в. особо ощутимыми стали изменения в природных экосистемах и ландшафтах. На смену путешествиям людей имущих приходит туризм для населения со средними и даже невысокими доходами, развивается молодежный туризм – пешие и конные походы, горные восхождения и горнолыжный спорт, сплав по рекам и др. Все это привело к возникновению и дальнейшему стремительному росту индустрии туризма. В туристском бизнесе стал сосредоточиваться крупный капитал, происходила концентрация производства, возникали гостиничные цепи, выделялись крупные туроператоры и туристские консорциумы, строились туристские центры. Крупный капитал, вкладывая значительные средства в развитие туризма, требовал получения максимальной прибыли, причем в кратчайшие сроки. При этом природный ландшафт и местное население учитывались лишь как предпосылки, как средство для достижения цели. Такое односторонне ориентированное развитие туризма, получившего название «жесткий туризм», оказывало негативное воздействие на окружающую природную и социокультурную среду.

Экологический туризм оформился в 70–80-х гг. 20 в. как локальная идея – создание баланса между экономической выгодой,

получаемой от рекреации на природе, и экологической безопасностью рекреационных территорий в рамках глобальной идеи – сохранения природы планеты как основы жизни на ней [2].

Водный туризм – это вид туризма, при котором отдых осуществляется на воде с использованием байдарок, лодок, катамаранов, теплоходов и других плавательных средств. Водный туризм не разрушает природные объекты, не засоряет окружающую среду – вписываясь в рамки экологии, направлен на развитие территорий, развитие культуры – вписываясь в рамки устойчивости. Водный туризм является ориентированным на природу фактором устойчивого развития. С Беларуси собирают свою «водную дань» два морских бассейна: Балтийский и Черноморский. Через Беларусь проходит водораздел между Западной Двиной и Неманом с одной стороны и Днепром – с другой. Днепр собирает 58 % речных запасов. Его притоки тихие, спокойные, равнинно-болотные реки. Скорость течения притоков Западной Двины и Немана несколько выше. Сезон водных путешествий на белорусских реках начинается в апреле и продолжается иногда до середины ноября. По природным характеристикам и сезонности реки страны считаются равнинными и по своей классификации относятся к первой категории. Течение у них спокойное, берега привлекают мягкими очертаниями и дубравами. Путешествовать по этим рекам технически несложно, поэтому они очень удобны для начинающих туристов-водников, при проведении походов с целью познания природы и истории родного края и просто для отдыха. Кроме того, на реках первой категории можно приобрести первый опыт судовождения, поведения на воде, преодоления незначительных препятствий, организации биваков и т.д. [3].

Нами был проведен анализ природных и историко-культурных объектов на территории Ворложинского района, представляющих интерес для развития туризма в регионе и разработан водный маршрут по р. Исloch. В результате анализа было установлено, что Воложинский район располагает широкой базой историко-культурных ценностей. Следует выделить центр гончарного мастерства в д. Городная, который сохранил уникальную методику изготовления глиняных изделий, а также усадьбу рода Олешей в д. Ново-Бережное, урочище Стасино и центр деревянной скульптуры в д. Тербличи.

Следует также отметить, что, несмотря на большое количество потенциальных объектов для показа, многие из них нуждаются в реставрации, и, не предприняв необходимых мер, в будущем они не смогут представлять ценности и интереса для туристов. Так же, на

территории Воложинского района расположено 30 особо охраняемых природных территорий: один заказник республиканского значения и три заказника местного значения, 18 памятников природы республиканского значения и восемь памятников природы местного значения [4]. На территории района находится республиканский заказник Налибокская пуца, который является риторией, важной для птиц, т. к. здесь можно встретить 29 видов птиц, которые так же занесены в Красную книгу, в том числе важные в масштабах всей Беларуси популяции зимородка и малого подорлика.

В результате нами был разработан эколого-познавательный водный маршрут с использованием плавательного средства – байдарки. Водный маршрут на байдарках будет проводиться на территории ГЛХУ «Воложинский лесхоз», который располагается в Воложинском районе Минской области, ГЛХУ «Ивьевский лесхоз» и ГЛХУ «Новогрудский лесхоз», расположенных в Ивьевском и Новогрудском районах Гродненской области. Благоприятные климатические условия позволяют увеличить количество участников.

Разработанный туристический продукт относится к экологическому виду туризма и направлен на знакомство с дикой природой и историко-культурным наследием региона. Способ передвижения в походе – комбинированный: передвижение по рекам будет осуществляться на байдарках, транспортировка к отправному пункту и от конечной точки будет осуществляться на микроавтобусе, а также предусмотрена пешая экскурсия по аг. Раков. Организация похода приходится на весенние, летние и осенние месяцы года, что делает его сезонным. Водный поход рассчитан на четыре дня для группы из восьми человек. Протяженность маршрута на воде – 80 км.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия устойчивого развития экологического туризма в Беларуси / Л.М. Гайдукевич [и др.]; под общ. ред. Л.М. Гайдукевича, С.А. Хомич. – Минск: БГУ, 2008. – 351 с.
2. Блакітная кніга Беларусі: энцыклапедыя / Беларус. энцыкл.; рэдкал.: Н.А. Дзісько [і інш.]. – Мінск: БелЭн, 1994. – 415 с.
3. Экологические маршруты и тропы Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Республиканский центр экологии и краеведения. – Минск, 2014. – Режим доступа: <http://eco.unibel.by/obuchenie/>. – Дата доступа: 21.12.2016.
4. Особо охраняемые природные территории Беларуси. Справочник / Н.А. Юргенсон [и др.]; ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам». – Минск: ГУ «БелИСА», 2012. – 204 с.

УДК 338.48:502

Студ. В.В. Максимова

Науч. рук. доц. Я.А. Шапорова

(кафедра туризма и природопользования, БГТУ)

**АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА НА ТЕРРИТОРИИ  
РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА  
«НАЛИБОКСКИЙ»**

Почти каждому известны такие туристические объекты Беларуси как Беловежская пуца, Августовская и Гродненская пуцы, Свислочская пуца и другие, однако далеко не каждый знает о том, что в Беларуси есть еще одна, куда менее известная, однако не менее уникальная и неповторимая Налибокская пуца.

Налибокская пуца – один из самых больших лесных массивов в Республике Беларусь и вполне возможно во всей Восточной Европе, на ее территории располагается РЛЗ «Налибокский».

Республиканский ландшафтный заказник «Налибокский» находится на западе Беларуси, в 65 км от Минска и занимает площадь почти 87 тыс. га., являясь одним из крупнейших заказников в стране.

Господствующим типом экосистем заказника выступают леса. На их долю приходится 89,9 % территории. Сельскохозяйственные земли занимают около 10 %. Антропогенными, урбанизированными и индустриальными территориями занято около 0,1 %.

По территории заказника протекают реки Западная Березина, Уса, Исlochь и их основные притоки – Волма, Волка, Сивичанка, Изледь, также здесь находится озеро Кромань.

Территория заказника относится к Неманскому флористическому району и расположена в Правобережном подрайоне, флора которого насчитывает 955 видов. На территории же РЛЗ «Налибокский» зарегистрировано 917 видов растений. Таким образом, репрезентативность флоры заказника по отношению к данному флористическому подразделению весьма велика и составляет около 96 %.

Флористические исследования территории заказника показали, что почти четверть произрастающих здесь растений – лекарственные, значительное количество из различных систематических категорий внесено в Красную книгу Республики Беларусь. Также следует обратить внимание на то, что большие площади пуцы покрыты ягодниками, имеющими хозяйственный и эксплуатационный потенциал.

В границах заказника зарегистрированы представители всех 6 классов позвоночных животных, обитающих в Беларуси: круглоротые, рыбы, амфибии, рептилии, птицы, млекопитающие. Территорию

пуши, официально называют «Территорией, важной для птиц». В границах заказника установлено обитание 51 вида животных из числа краснокнижных видов. Кроме того на его территории зарегистрировано обитание ряда видов животных и птиц занесенных в Красную книгу Европы, а также имеющих Общеввропейскую Природоохранную Значимость.

Выше перечисленные факты свидетельствуют о хорошей степени сохранности естественно-природных условий территории от антропогенного воздействия, а также об уникальности, высокой экологической и природоохранной роли заказника «Налибокский».

Помимо природного разнообразия, пуша и прилегающие к ней земли, обладают богатым историко-культурным наследием. На территории Налибокской пуши в годы Великой Отечественной войны функционировало крупное партизанское соединение. Общее число партизан в этом районе превышало 20 тысяч человек. Существовал и отдельный еврейский партизанский отряд численностью свыше 3 000 человек. Самым известным участником партизанского движения в Налибокской пуше был народный писатель Республики Беларусь Янка Брыль.

Кроме того, на прилегающих территориях располагаются археологические и архитектурные памятники, вошедшие в Государственный список историко-культурных ценностей Республики Беларусь. Так например, в г. п. Ивенец находится Алексеевский костел, закладка фундамента которого произошла в 1905 г. Недалеко от пуши расположено родовое поместье Дзержинских, а в селе Дзержиново находится музей-усадебка Феликса Дзержинского.

Наличие уникальной природной и историко-культурной подосновы, делает возможным развитие на территории заказника практически любого вида туризма. В настоящее время, туризм на территории Налибокской пуши по большей части носит мало-организованный и стихийный характер. Более-менее организованный экотуризм на территории заказника и пуши развивается благодаря Воложинскому туристическому кластеру. Кластер объединяет владельцев местных агроусадеб, ремесленников, аниматоров, музыкантов, организаторов активного туризма, представителей местной власти и сотрудников природоохранных учреждений с целью развития и продвижения Воложинского района на туристическом рынке. Именно благодаря ему, по территории пуши проходят одни из наиболее интенсивно посещаемых водных, пеших и велосипедных туристических маршрутов, организованных совместно с заказником. Из наиболее ярких событий проходящих в пуше, можно выделить ежегодный веломарафон «Налибоки».

Непосредственно заказником, на территории пуши создана экотропа и зубровольер, однако учитывая огромный туристический потенциал и большое количество туристических мероприятий, требующих упорядочивания (поскольку они носят негативный характер для экосистем заказника) для снижения современной рекреационной нагрузки и достижения оптимальной, этого недостаточно. Заказнику необходимо перевести поток неорганизованных отдыхающих в русло развития организованного туризма, а для этого ему необходимо развивать собственную туристическую базу.

Налибокская пуша представляет огромный интерес для любителей самых разных видов туризма – познавательного, экологического, паломнического, сельского, семейного и других. Однако приоритетным является именно экологический туризм.

На территории заказника могут успешно развиваться практически любые виды экотуризма: пеший, велосипедный, водный, лыжный, конный туризм. Возможно создание комбинированных маршрутов, проведение тематических и фото туров. Возможно развитие фестивального туризма. При этом, отдельное внимание необходимо уделить не только созданию и обустройству туристических маршрутов, но также кемпингов и туристических стоянок.

Учитывая тот факт, что на территории заказника планируется (и частично уже ведется) создание Плейстоценового парка (Плейстоценовые парки – конкретные территории, на которых проводятся опыты по восстановлению мегафауны) на его основе можно создать новое направление в развитии экологического туризма.

В развитии собственной туристической базы заказнику будут способствовать три немаловажных фактора: на его территории уже развивается туризм, который всего лишь необходимо направить в организованное русло; близкое расположение Минска – города многомиллионника; наличие туристического кластера, стимулирующего и поддерживающего развитие туризма в регионе. В совокупности, эти факторы создают превосходную основу и стимул для развития на территории заказника как туризма в целом, так и экологического туризма в частности.

Налибокская пуша пока скромно остаётся в тени гораздо более известной Беловежской. Однако при бережном и настойчивом культивировании образа, слава Налибок может прогреметь на весь мир, сравнившись с Шервудским или Тевтобургским лесом. Налибоки – это целая «страна в стране», по площади равная Люксембургу, да и по своеобразию природы, богатству мифов и историко-культурных образов несравнимая и неповторимая.

УДК 630\*443.3

Студ. В.А. Тапчевская, С.А. Чистая  
Науч. рук. зав. сектором Е.А. Жукова, зав. каф. В.Б. Звягинцев  
(Кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

## **КОРНЕВЫЕ ПАТОГЕННЫ СТАРОВОЗРАСТНЫХ ДЕРЕВЬЕВ ЛЕТНЕГО САДА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

**Введение.** Летний сад – памятник садово-паркового искусства XVIII в., включенный в Список памятников всемирного природного и культурного наследия ЮНЕСКО. Летний сад изначально создавался как летняя царская резиденция, и для его постройки была выделена часть острова Усадица. Планировалось создать регулярный архитектурный парк с чёткой планировкой и прямыми аллеями, аккуратно подстриженными деревьями и кустарниками.

В 2009 – 2011 году проводилась реставрация сада. За этот период было проведено лечение зеленого массива сада. Были снесены больные и усохшие деревья (около 7% всего массива); произведена корневая подкормка минеральными удобрениями; лечение дупел, установка фиксирующих стяжек, просвечивание стволов старовозрастных деревьев прибором-томографом. Также было высажено 105 молодых лип, дубов, вязов, елей, устойчивых к болезням. Пересажены деревья внутри боскетов сада. «Изюминкой» Летнего сада стала живая изгородь аллей из 12600 шпалерных лип, которых специально для Летнего сада вырастили в Германии.

В настоящее время Летний сад по праву считается уникальным памятником парковой культуры 17–18 вв. Сотрудники Русского музея уделяют пристальное внимание состоянию деревьев, кустарников и другой растительности сада. Они регулярно проводят мониторинг состояния насаждений и отдельных растений.

Осенью 2016 году заведующей сектором учета и мониторинга зеленых насаждений филиала Русского музея «Летний сад, Михайловский сад и зеленые территории музея» Жуковой Екатериной Алексеевной было выявлено обильное плодоношение грибов комплекса опёнка осеннего.

Известно, что среди грибов из рода *Armillaria* встречаются как агрессивные патогены, так и виды ведущие преимущественно сапротрофный образ жизни. Поэтому для планирования мероприятий необходимо точно идентифицировать вид гриба.

С этой целью образцы грибов были переданы БГТУ, на кафедру лесозащиты и древесиноведения.

Видовая идентификация грибов р. *Armillaria* по морфологическим признакам плодовых тел является достаточно сложной задачей,

решить которую можно только при анализе множества диагностических признаков.

**Методика работы.** Идентификация грибов р. *Armillaria* осуществлялась по морфологическим признакам плодовых тел на гербарном материале и фотографиям с использованием определителя В.Б. Звягинцева [1]. Учитывались так же особенности плодоношения, такие как характер группировки и субстрат произрастания карпофоров опенка.

Выявление вида гриба осуществлялось по следующим диагностическим признакам:

- Шляпка (цвета, размер, форма шляпки, а так же количество, цвет и расположение чешуек);
- Гименофор (строение гимениального слоя, форма и характер прикрепления пластинок);
- Ножка (по цвету, форме, толщине, длине, наличию и форме остатков покрывала).

**Результаты.** Большинство представленных образцов являлись взрослыми, хорошо развитыми плодовыми телами грибов рода *Armillaria*, что позволило достаточно однозначно определить их видовую принадлежность. Образцы № 113, 118, 121, 130, плодовые тела которых сформировались на стволах живых деревьев или на почве в непосредственной близости к ним, относятся к виду *Armillaria lutea* Gillet. (табл.). Образец № 10 выявленный на комлевой части старовозрастного дерева клена остролистного диагностирован как *Armillaria cepistipes* Velen.

Образец № 119 предположительно относится к виду *A. cepistipes*, однако точность данной диагностики не высока, так как плодовое тело образца достаточно молодое и у него плохо сформированы идентификационные признаки.

Оба выявленных вида являются аборигенными для северо-западных регионов России и широко встречаются в лесных насаждениях лиственных пород в качестве факультативных паразитов.

**Выводы.** Идентифицированные виды *A. cepistipes* и *A. lutea* являются факультативными паразитами, однако при сильном ослаблении деревьев эти грибы способны вызывать массовое поражение и усыхание насаждений. К примеру, в Беларуси *A. cepistipes* вызывает массовое поражение корневых систем деревьев ясеня ослабленных хроническим поражением инвазивным патогеном ветвей *Hymenoscyphus fraxineus* [2].

*A. lutea* выполняет такую же роль в ослабленных ясенниках Калининградской области России [3].

**Таблица 1 – Результаты видовой идентификации грибов рода *Armillaria*, выявленных в Летнем саду**

№ образца	№ участка	№ дерева (кустарника) (место локализации патогена)	Вид растения-хозяина	Дата сбора	Вид гриба
10	14	72 (в комле)	Клен остролистный ( <i>Acer platanoides</i> )	13.10.2016	<i>Armillaria cepistipes</i> Velen.
113	8	103 (на стволе)	Клен остролистный ( <i>Acer platanoides</i> )	30.09.2016	<i>Armillaria lutea</i> Gillet
118	5	148 (в приствольном круге)	Бересклет европейский ( <i>Euonymus europaeus</i> )	07.10.2016	<i>Armillaria lutea</i> Gillet
119	14	203 (в комле)	Липа мелколистная ( <i>Tilia cordata</i> )	07.10.2016	Предположительно <i>Armillaria cepistipes</i>
121	9	(на земле между стволами)	Липа в шпалере ( <i>Tilia cordata</i> 'Pallida')	07.10.2016	<i>Armillaria lutea</i> Gillet
130	5	№115 и №117 (на газоне между)	Дуб черешчатый ( <i>Quercus robur</i> ), Липа крупнолистная ( <i>Tilia platyphyllos</i> )	07.10.2016	<i>Armillaria lutea</i> Gillet

Поэтому основной задачей сектора учета и мониторинга зеленых насаждений Летнего сада является поддержание устойчивости наиболее уязвимых старовозрастных деревьев и пристальный надзор за санитарным состоянием насаждений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Звягинцев В.Б. Распространенность, вредоносность грибов комплекса *Armillaria* в лесах Беларуси и обоснование лесозащитных мероприятий: автореф. дисс. ... кандидата биол. наук: 06.01.11 «Защита растений»: Минск, 2003. – 18 с.

2. Звягинцев В.Б., Сазонов А.А. Массовое усыхание ясеня в Беларуси / Грибные сообщества лесных экосистем // Под ред. В.И. Крутова, В.Г. Стороженко. Том 3. М.; Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. С. 159–178.

3. Жигунов А.В., Семакова Т.А., Шабунин Д.А. Массовое усыхание лесов на северо-западе России / Лесобиологические исследования на Северо-Западе таежной зоны России: итоги и перспективы. Материалы научной конференции, посвященной 50-летию Института леса Карельского научного центра РАН. Петрозаводск: Изд-во Карельского научного центра РАН, 2007. С. 40–52.

УДК 674.04.73

Студ. В.А. Тапчевская, Е.С. Коренькова, Д.В. Козека  
Науч. рук. зав. каф. В.Б. Звягинцев  
(Кафедра лесозащиты и древесиноведения, БГТУ)

## **ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ДРЕВЕСИНЫ К КСИЛОЛИЗУ МЕТОДОМ ТЕРМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ**

**Введение.** Способность древесины сопротивляться действию организмов, вызывающих её биоразрушение, называют биостойкостью. Различают биостойкость естественную (природную) и приобретённую (воздействие на древесину человеком) [1].

Наиболее простым способом повышения биостойкости древесины является пропитка ее специальными составами – антисептиками, однако на сегодняшний день не найдено вещество или композиция веществ полностью удовлетворяющие всем требованиям защиты древесины.

В связи с этим ведется активный поиск и совершенствование других способов повышения долговечности древесных конструкций. Одним из таких способов является термическая модификация древесины.

Термомодификация – это новый способ направленного изменения свойств древесины в процессе воздействия на неё пара, температуры и вакуума [2].

В процессе термообработки полисахариды древесины модифицируются, за счет этого материал утрачивает некоторые нежелательные свойства и приобретает ряд положительных качеств. Объем рынка термически модифицированной древесины ежегодно удваивается.

В последние годы производства термодревесины появились и в Беларуси.

Преимуществами термически модифицированной древесины является то, что это экологически чистый материал, устойчивый к биоразрушениям, древесина имеет стабильность размеров, уменьшенную теплопроводность, повышаются ее эстетические свойства, при этом существенно не снижаются прочность и твердость [2].

Эти характеристики фирмы-производители используют для рекламы изделий из термодревесины.

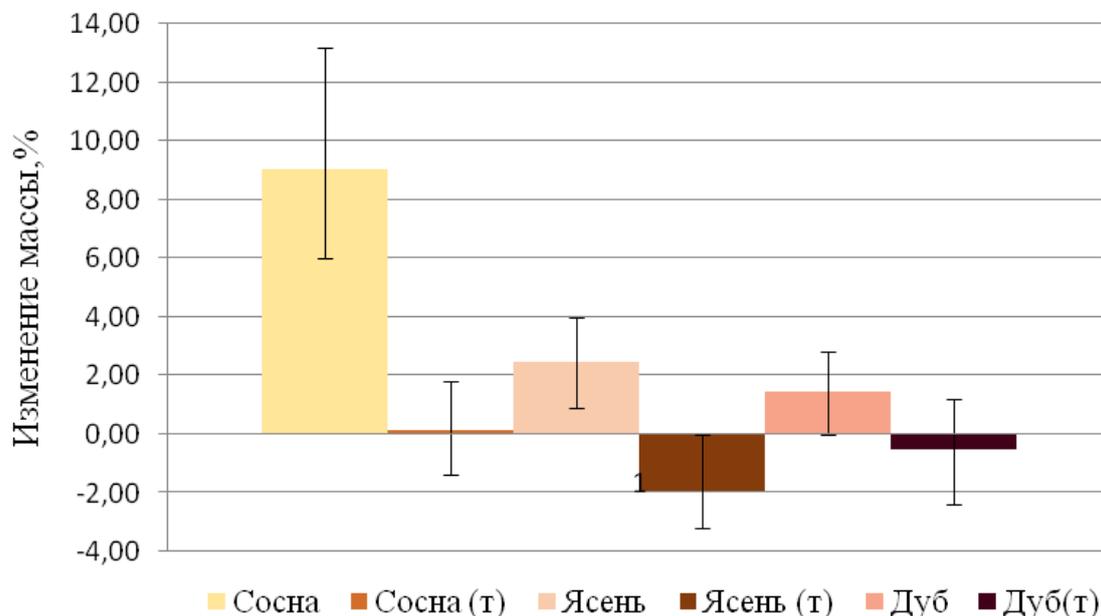
Нашей задачей являлось сравнение биостойкости термированной древесины сосны, дуба и ясеня с натуральной.

**Методика работы.** Опыт проводился на образцах 20×20×5 мм в соответствии с методикой разработанной на кафедре лесозащиты и древесиноведения. Для испытания отбирали бразцы (n=12) необработанной и термомодифицированной древесины заболони сосны, ясеня и дуба. Биостойкость изучали с использованием ксилотрофного гриба *Phlebiopsis gigantea* в чашках Петри с твердой питательной средой (мальтэкстрактагар).

Проавтоклавируемые образцы выкладывали на стерильные подкладки из древесины мягколиственных пород через неделю после заселения гриба. Для защиты от пересыхания чашки заклеивались лентой Parafilm M. Чашки культивировали в термостате при температуре 22°C в течении 3 месяцев.

По окончании эксперимента образцы древесины очистили от мицелия гриба, высушили до абсолютно сухого состояния при температуре 103°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) и взвесили. Анализ деструкции древесины различных пород определяли по средней потере массы образцов.

**Результаты.** Как показали результаты исследований (рис. 1) потеря массы исследуемых образцов варьируется в среднем от 1,91% до 9,02%.



**Рисунок 1 - Средние изменения массы натуральной и термомодифицированной древесины под воздействием ксилотрофного гриба *Phlebiopsis gigantea***

Используемый гриб *Ph. gigantea* наиболее эффективно разрушал натуральную древесину сосны, в то время как древесина ясеня и дуба даже в натуральном виде разрушалась гораздо слабее.

Это связано с тем, что в природных условиях *Ph. gigantea* является деструктором хвойного опада и ферментативный аппарат гриба не эффективен в древесине лиственных пород.

Масса термированных образцов древесины лиственных пород несколько возросла.

Это связано с тем, что мицелий сапротрофа все же смог проникнуть в крупные сосуды ясеня и дуба и накапливал в них вещества вымываемые из питательной среды – мальтэкстрактагара.

**Выводы.** Таким образом, удалось выявить статистически достоверное различие в биостойкости термомодифицированной и натуральной древесины сосны и ясеня.

Причем биостойкость термодревесины сосны выше натуральной в 45 раз. У дуба выявлена только некоторая тенденция повышения биостойкости при термомодификации.

Из этого можно сделать вывод, что заявление о том что термическая модификация существенно повышает биостойкость, а следовательно и долговечность изделий из древесины, можно считать доказанным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пауль, Э. Э. Древесиноведение с основами лесного товароведения: учеб. пособие / Э. Э. Пауль, В. Б. Звягинцев. – Минск: БГТУ, 2015. – 315 с.
2. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / – Преимущества термически модифицированной древесины. – Режим доступа: <http://beltherm.by>. – Дата доступа: 07.04.2017.

**Секция ТЕХНОЛОГИИ И  
ТЕХНИКИ ЛЕСНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

УДК 630.81

Студ. А.Ю. Антоник

Науч. рук. доц. О.К. Леонович

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

**ЭКОЛОГО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА****ТЕРМОМОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ**

Целью работы является изучение экологических и химических свойств термомодифицированной древесины сосны.

Термообработка – это процесс воздействия на древесину пара, температуры и вакуума без применения химических реактивов или пропиток.

Это экологически чистый процесс, во время которого все компоненты древесины модифицируются, утрачивая нежелательные свойства и приобретая ряд положительных качеств.

Анализ выбросов в атмосферу химически не связанных веществ или выделяющихся в результате реакции определялся методом газожидкостной хроматографии с помощью хроматографа «Цвет 800». Диапазон измерений по МВИ: 10 мг/м – 5000 г/м.

**Таблица 1 – Условия хроматографирования на газовом хроматографе «Цвет 800»**

Термостат колонок:	Температура, °С:	Расход, см <sup>3</sup> /мин:	Давление, кг/см:
T <sub>1</sub> , °С 90	Испаритель I, 150	Гелий 70	Гелий 0,7
t <sub>1</sub> , сек 0	Детектора ПИД, 150	Водород 30	
u <sub>1</sub> , °С/min 0		Воздух 300	
u <sub>1</sub> , °С/min 0	Колонка:		
t <sub>3</sub> , сек 0	Капиллярная колонка, 80 м. Внутренний диаметр 0,5		
БИД-1010/64	Вклеенные кварцевые концы. T <sub>тах</sub> =240 °С		

Продолжительность анализа 50 мин.

Регистратор программа «Цвет-Аналит».

Объем газовой пробы вводимой в хроматограф – 1000мм<sup>3</sup>.

Перечень органических соединений, которые возможно определить в газовых пробах по МВИ МН 1820-2002 включает 29 веществ. Пробы отбирали пробоотборным шприцем в стеклянные сосуды.

Заключение. Термомодифицированная древесина при хранении имеет специфический запах. С помощью хроматографирования на газовом хроматографе «Цвет 800» было установлено, что запах вызван веществом – псевдокумол. Псевдокумол – вещество 2 класса опасности и требует дальнейших исследований для удаления этого вещества из термомодифицированной древесины.

Студ. В. И. Башкиров

Науч. рук., д.т.н., проф. В. И. Володин

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

## ТОРРЕФИКАЦИЯ МЕСТНОГО ТОПЛИВА

Промышленное производство торфяных пеллет характеризуется большой энергоемкостью, периодичностью процесса, крупногабаритным оборудованием. В результате получают пеллеты с определенными технологическими свойствами, главным из которых является теплота сгорания. В тоже время есть возможность получения традиционных пеллет с повышением теплоты сгорания приблизительно на 10% за счет уменьшения влажности [1,2]. Данная технология предложена и исследуется в Институте тепло- и массообмена им. Лыкова НАН Беларуси. Метод, направленный на повышение эффективности топлива, носит название торрефикация.

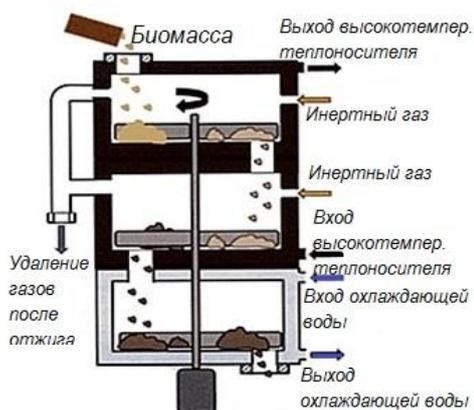


Схема тарельчатого модульного реактора торрефикации

Процесс проводится в тарельчатом реакторе торрефикации при температуре 250–300°C. Схема реактора представлена на рисунке [1]. Установка представляет собой три идентичных тарелки, расположенные друг над другом. В первых двух осуществляется двухстадийный процесс торрефикации.

В качестве теплоносителя используется нагретое до температуры торрефикации высокотемпературное масло, либо дымовые газы. Нагрев осуществляется через стенку. В качестве инертного газа может использоваться как  $N_2$ , так и  $CO_2$  для защиты от самовозгорания материала. За счет двухстадийного процесса режимы могут меняться в зависимости от сырья и требований к конечному продукту. В стенку нижнего отсека (третьего сверху по ходу движения биомассы) подаётся охлаждающая среда для снижения температуры обработанного сырья перед его выгрузкой из реактора. В данной схеме используется вода. Могут применяться и другие среды. При проведении торрефикации пеллеты покрываются твердой пленкой, которая практически не пропускает влагу. В результате торрефикации (мягкого пиролиза) образуются пеллеты с повышенными технологическими свойствами и смесь газов, состоящая из паров влаги, угарного газа, углекислого газа и т.д [3].

Результаты эксперимента, проведенного в лабораторных условиях на установке ИТМО, представлены в таблице. Измерение влажности проводилось прибором Эвлас-2М. Точность измерений составила  $\pm 0,2\%$ .

Высшая теплота сгорания определялась путем загрузки образца в калориметрическую бомбу и проведения эксперимента с использованием калориметра, подключенного к ЭВМ.

**Таблица 1 - Результаты эксперимента**

Тип пеллет	Высшая теплота сгорания, МДж	Влажность, %
Не торрефицированные	15,1	6
Торрефицированные	17,2	5

Предварительные расчетные оценки показали, что влажность после торрефикации топлива должна уменьшиться на 30–50% по сравнению с исходной. Однако вследствие малой начальной влажности исходного образца и времени его выдержки в реакторе в процессе эксперимента влажность конечного образца изменилась мало.

Производительность опытной установки в составе энерготехнологического комплекса составит 1000 кг/ч. Источником теплоты служат продукты сгорания газопоршневой установки (ГПУ), которые поступают в блок смешения, расположенный вне реактора, с температурой 450°C после ГПУ и при 80°C после секции охлаждения торрефицированных пеллет. Далее продукты сгорания направляются в секции торрефикации. Для данной схемы рассчитаны изменения температур и энтальпий продуктов сгорания при заданных температурах сырья и продукта с учетом технологического процесса. Насыпная плотность торрефицированных образцов пеллет возрастает в 1,5–2 раза, а теплота сгорания на 11,5%, что позволяет доставлять потребителю меньше топлива для требуемого количества энергии [3].

Таким образом, предлагаемая технология рафинирования органического топлива торфа является энергоэффективной и позволяет получать выгоду производителю и потребителю от использования торрефиката.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмина, Ю.С. Экспериментальное исследование процесса низкотемпературного пиролиза (торрефикации) гранулированного биотоплива: диссертация кандидата технических наук: 05.14.01 / Кузьмина Юлия Сергеевна. – ФГБУН Объединенный институт высоких температур Российской академии наук, 2016. – 200 с.

2. Наумович, В.М. Сушка торфа и сушильные установки брикетных заводов. – М.: Недра, 1971. – 280 с.

3. Бессмертных, А. В. Технологии нового поколения для распределенной энергетики России / А. В. Бессмертных, В. М. Зайченко // Промышленная энергетика. – 2013. – № 09. – С. 50–53.

УДК 621.577

Студ. М.Э.Бобер

Науч. рук., проф. В.Б. Кунтыш

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

## ВЫБОР ОБОБЩЕННОГО УРАВНЕНИЯ ПОДОБИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕПЛООТДАЧИ НИЗКОРЕБРИСТЫХ ТРУБ

Низкорребристые трубы с круглыми ребрами и монолитным соединением их с несущей трубой применяются в теплообменных устройствах холодильной техники различных теплотехнологических установках химической промышленности, а также в энергетических силовых установках, в частности сепараторах параперегревателей.

Однако, до настоящего времени отсутствуют проверенные обобщенные уравнения для расчета конвективной теплоотдачи в них. Приходится пользоваться частными уравнениями подобий, что затрудняет выполнение вариантных расчетов в случае оптимизации параметров ребер.

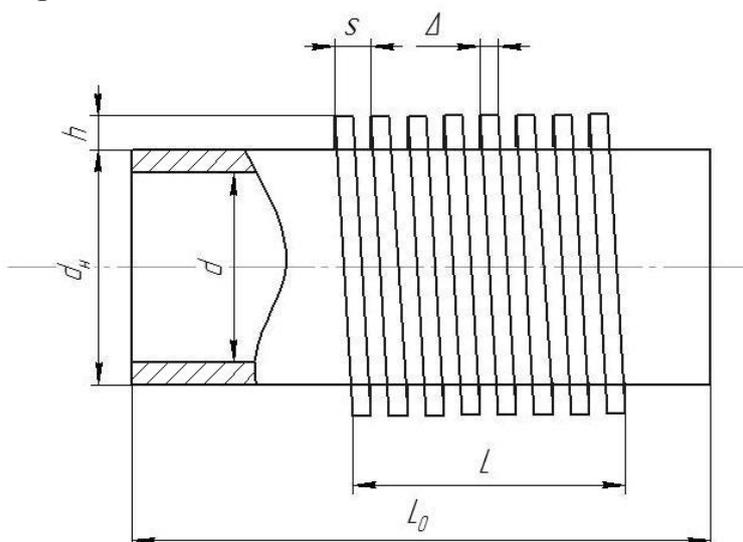


Рисунок 1 – Конструкция низкорребристой трубы

К низкорребристым трубам относятся трубы, у которых отношение высоты ребра к шагу ребра меньше либо равно двум.

$$\frac{h}{s} \leq 1,8 \div 2$$

Обобщенное уравнение подобия АЛТИ – АГТУ

$$Nu_s = 0,132 \cdot C_z C_\gamma C_\psi \left( \frac{S_1 - d_0}{S'_2 - d_0} \right)^m \left( \frac{d_0}{s} \right)^{-0,54} \left( \frac{h}{s} \right)^{-0,14} Re_s^{0,73}, \quad (1)$$

где:  $S'_2 = \sqrt{(0,5S_1)^2 + S_2^2}$  - диагональный шаг труб;  $m=0,53-0,019\varphi$  - показатель степени;  $Nu = \alpha_\kappa s / \lambda$  - число Нуссельта;  $Re = ws / \nu$  - число Рейнольдса;  $w$  - скорость газа в наименьшем сжатом проходном сечении шахматного пучка, которым может быть поперечным или диагональным в зависимости от значений шагов  $S_1$  и  $S_2$ , м/с;  $s$  - шаг ребра;  $d_0$  - диаметр трубы по основанию ребра.

Уравнение действительно в интервале изменения  $Re=160\div 66000$ ;  $d_0/s=2,88\div 16,1$ ;  $h/s=0,4\div 6,4$ ;  $S_1-d_0/(S_2'-d_0)=0,46\div 2,61$ ;  $\varphi=5\div 22$ .

Уравнение Шмидта

$$Nu_{d_0} = 0,45 Re^{0,625} Pr^{0,33} \varphi^{-0,375}. \quad (2)$$

Полагаем число Прандтля равным  $Pr=0,7$ , тогда формула (2) принимает вид

$$Nu_{d_0} = 0,4 Re^{0,625} \varphi^{-0,375}. \quad (3)$$

Уравнение действительно в интервале изменения  $Re=2000\div 60000$ ;  $\varphi=5\div 12$ .

Уравнение КПИ-НТУУ

$$Nu_{d_0} = 1,13 Re_{d_0}^p Pr^{0,33} C_s. \quad (4)$$

Эту формулу можно использовать в области значений  $Re=5000\div 200000$ ;  $\varphi=1,2\div 39$ ;  $a=1,7\div 6,5$ ;  $b=1,3\div 9,5$ ;  $a/b=0,3\div 5,2$ .

Уравнение ЦКТИ

$$Nu_s = 0,23 C_s \left( \frac{S_1 - d_0}{S_2' - d_0} \right)^{0,2} \left( \frac{d_0}{s} \right)^{-0,54} \left( \frac{h}{s} \right)^{-0,14} Re_s^{0,65}. \quad (5)$$

Уравнение действительно в интервале изменения  $Re_s=300\div 22500$ ;  $d_0/s=2,4\div 9,5$ ;  $h/s=0,36\div 5$ .

Уравнение ЦКТИ (В.Ф.Юдина)

$$Nu = 0,36 \varphi^{-0,5} Re_l^n Pr^{0,33} C_s, \quad (6)$$

где:  $C_s = \left[ (a-1)/(b'-1) \right]^{0,1}$  - коэффициент формы пучка  $1-(F_{тр} / F_{п}) d + (F_p / F_{п}) [0,785(d^2 - d_0^2)]^{0,5}$ ,  $d$  - наружный диаметр ребра,  $F_{п}$  - полная наружная поверхность трубы;  $F_p$  - поверхность ребер трубы;  $F_{тр}$  - неоребрённая поверхность трубы.  $a = S_1 / d$  - относительный поперечный шаг пучка;  $b' = S_2' / d$  - относительный диагональный шаг пучка.

Пределы применения уравнения  $l=0,012\div 0,178$ м;  $[(a-1)/(b'-1)]=0,46\div 2,2$ ;  $\varphi=1\div 21,2$ ;  $Re_l=5000\div 370000$ .

**Таблица 1 – Геометрические параметры шахматных пучков из низко-ребристых труб**

Номер пучка	Параметры ребра и пучка, мм						φ	h/s
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	d	h	Δ <sub>2</sub>	Δ		
I	37,5	29,9	33,0	3,57	0,8	0,84	4,24	1,38
II	42,0	33,5	37,0	5,56	0,7	0,80	6,38	2,15

Результаты расчета по обобщенным уравнениям и частным экспериментальным уравнениям  $Nu=f(Re)$  приведены в таблице 2 .

$$\delta\alpha_{\kappa} = \frac{\alpha_{\kappa}^o - \alpha_{\kappa}^p}{\alpha_{\kappa}^o} \cdot 100\%$$

**Таблица 2 – Результаты расчетов**

	w <sub>1</sub> =4,16 м/с	w <sub>2</sub> =20,8м/с	
Пучок 1	-29,8%	-18,5%	По уравнению (1)
	-65%	-26,9%	По уравнению (2)
Пучок 2	-20,1%	8,86%	По уравнению (1)
	-41,4%	-9%	По уравнению (2)

Знак минус указывает на то что расчетный коэффициент теплоотдачи больше опытного.

Вывод: Последующая работа будет направлена на расчет теплоотдачи пучков 1 и 2 по остальным обобщенным уравнениям и привлечении новых опытных данных для иных геометрических параметров ребристых труб.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кунтыш В.Б. Примеры расчетов нестандартизованных эффективных теплообменников. / В.Б. Кунтыш, А.Н. Бессонный – СПб.: Недра, 2000-300с.
2. Кунтыш В.Б., Сухоцкий А.Б. Пиир А.Э. Конвективная теплоотдача шахматных пучков труб с различной высотой спирального алюминиевого ребра в поперечном потоке воздуха. /Весці нацыянальнай акадэміі навукі беларусі №3 Минск -.2012
3. Юдин В.Ф. Теплообмен поперечно-оребрённых труб. СПб., 1982.

УДК 674.053

Студ. Д. Л. Болочко

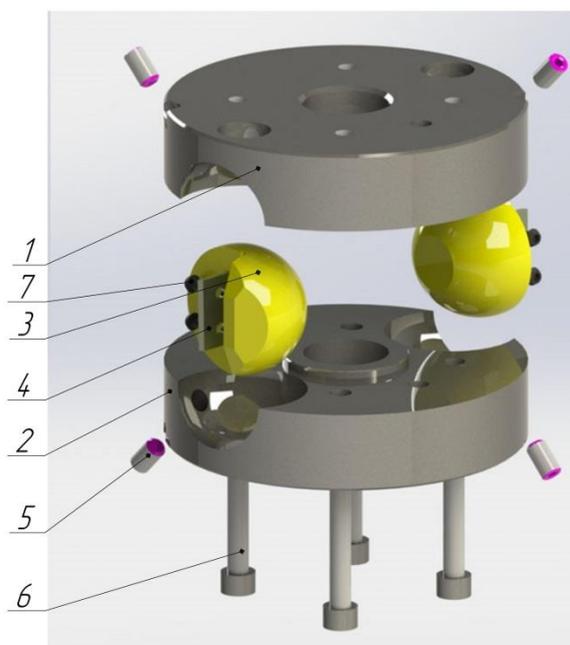
Науч. рук. доц. А. А. Гришкевич

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов, БГТУ)

## РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ РАБОТЫ МОДЕЛИ ФРЕЗЕРНОГО ИНСТРУМЕНТА С АДАПТИВНЫМИ СВОЙСТВАМИ

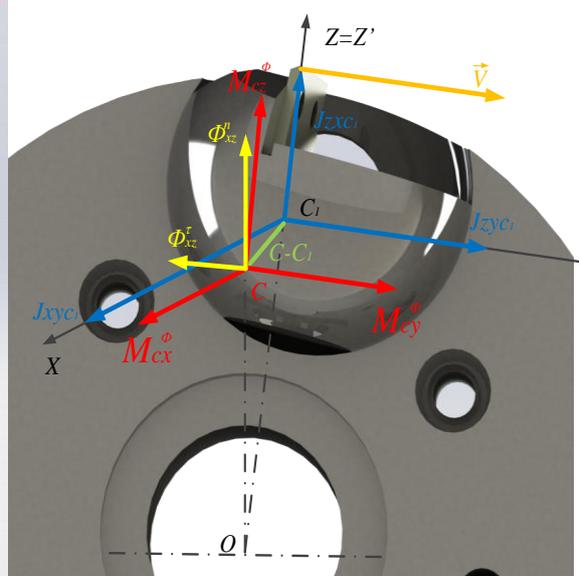
Обработка древесины и древесных материалов методом фрезерования остается значимым технологическим процессом в столярно-строительном и мебельном производствах. С этой целью была разработана конструкция фрезы сборной, которая позволяет вести исследовательские работы благодаря возможности в конструкции инструмента изменять положение ножа относительно оси вращения (угол наклона кромки  $\lambda$ ) и изменять передний и задние углы [1].

Рассматриваемая фреза (рисунок 1) позволяет уменьшить составляющие силы резания, повысить суммарную стойкость инструмента, устранить сколы на обработанной поверхности. Пространственная схема распределения сил представлена на рисунке 2.



1,2 – левая и правая части корпуса фрезы соответственно; 3 – сегментный узел; 4 – нож; 5 – винт для фиксации сегмента; 6 – винт для соединения частей корпуса; 7 – винт для фиксации ножа

**Рисунок 1 – Фреза сборная с изменяемыми угловыми параметрами**



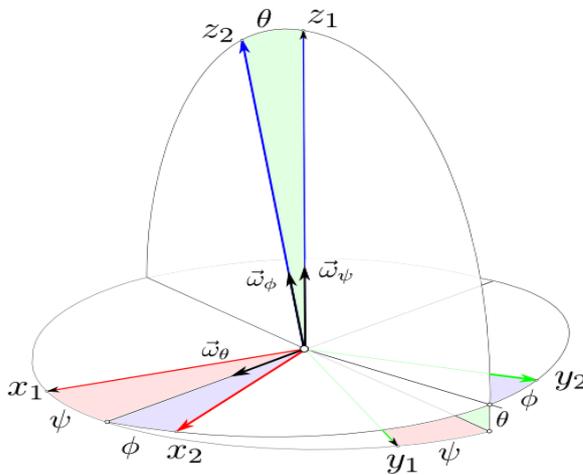
**Рисунок 2 – Схема сил, действующих на подвижный элемент в режиме разгона (торможения)**

Сегментный узел 3, на котором крепится нож, является частью шара, и контактирует с корпусом 1,2 по части сферической поверхности

сти. Ввиду этого он имеет три вращательных степени свободы относительно корпуса фрезы, что обеспечивает возможность углов резания.

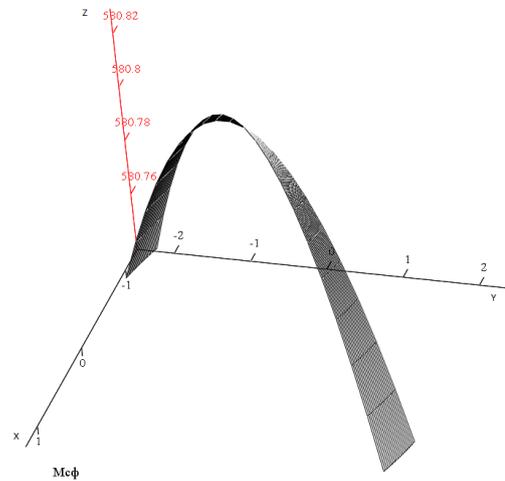
При эксплуатации инструмента с подвижными элементами важным является фиксирование движущихся частей относительно корпуса во время разгона.

Для расчетов сил и возникающих от них моментов предлагается использование углов Эйлера с центром координат, находящимся на оси вращения инструмента. Предложенная модель позволяет определять реакцию связи корпуса инструмента с подвижным сектором и изучать особенности взаимодействия адаптивного инструмента с обрабатываемым древесным материалом.



$\psi$  – угол прецессии,  $\theta$  – угол нутации,  
 $\phi$  – угол собственного вращения

**Рисунок 3 – Схема трёх последовательных поворотов**



**Рисунок 4 – График зависимости общего момента силы инерции от углов  $\psi$  и  $\theta$**

На рисунке 3 приведена схема выполнения трех последовательных поворотов. Матрицы элементарных поворотов будут иметь вид:

$$A_\psi = \begin{bmatrix} \cos \psi & \sin \psi & 0 \\ -\sin \psi & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; A_\theta = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & \sin \theta \\ 0 & -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix};$$

$$A_\phi = \begin{bmatrix} \cos \phi & \sin \phi & 0 \\ -\sin \phi & \cos \phi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Перемножая матрицы элементарных поворотов в обратном порядке, получим матрицу направляющих косинусов для сложного поворота:

$$A^{21} = A_{\varphi} \cdot A_{\theta} \cdot A_{\psi} = \begin{bmatrix} \cos \psi \cdot \cos \phi - \sin \psi \cdot \cos \theta \cdot \sin \phi & \sin \psi \cdot \cos \phi + \cos \psi \cdot \cos \theta \cdot \sin \phi & \sin \theta \cdot \sin \phi \\ -\cos \psi \cdot \sin \phi - \sin \psi \cdot \cos \theta \cdot \cos \phi - \sin \psi \cdot \sin \phi + \cos \psi \cdot \cos \theta \cdot \cos \phi & \sin \theta \cdot \cos \phi \\ \sin \psi \cdot \sin \theta & -\cos \psi \cdot \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

Дальнейшие расчёты будем выполнять с использованием программы Mathcad.

Зададимся следующими параметрами разгона фрезерного инструмента с целью изучения расчетной модели:

- $\omega = 600 \text{ с}^{-1}$  – угловая скорость вращения инструмента;
- $\varepsilon = 20 \text{ с}^{-2}$  – угловое ускорение инструмента в режиме разгона;
- $m = 0,2 \text{ кг}$  – масса подвижной части инструмента;
- $\varphi_0 = \theta_0 = \psi_0 = 0$  – углы в начальном положении.

На рисунке 4 приведён график зависимости общего момента силы инерции от углов  $\psi$  и  $\theta$ . Как видно из графика максимальный общий момент силы инерции (ось z) достигается тогда, когда угол в плане  $\psi$  (ось y) и угол резания  $\theta$  (ось x) равны 0.

#### **Выводы:**

1. Для определения сил, действующих на сегмент инструмента, разработана 3D модель и для расчёта сил введены углы Эйлера.
2. Проведены расчёты и определены составляющие силы резания и инерции, действующие на нож и подвижный элемент фрезы (держатель ножа) с учётом углов Эйлера.
3. Анализируя графики, представленные программой Mathcad можно сделать вывод о том, что момент силы инерции меняет своё значение при изменении углов в диапазоне от -4 до 4 градусов. Максимальный момент силы инерции достигается при углах равных  $0^\circ$  и равен 580,829 Н·м.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Гришкевич, А.А. Особенности фрезерного сборного инструмента с изменяемыми углами: передним и наклона режущей кромки // А.А. Гришкевич, А.Ф. Аникеенко, В.Н. Гаранин // Труды БГТУ. – 2014. – Сер II (166): Лесная и деревообаб. пром-сть. – С. 175-177.
2. Мусхелишвили Н. И. Курс аналитической геометрии М.: МГУ, 1967. – 655 с.

Студ. А.И. Гайдук

Науч. рук. асс. А.С. Чуйков

(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

## **ПОСТРОЕНИЕ 3D МОДЕЛИ ИНФРАКРАСНОЙ СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ 3DS MAX**

В настоящее время 3D моделирование пользуется большой популярностью во многих сферах компьютерной техники и программного обеспечения. 3D визуализацией называется создание трехмерного (объемного) изображения объекта. Одно из лидирующих мест среди программ занимает 3ds Max. Ее активно применяют для создания игр и фильмов, в архитектуре и строительстве, в медицине и физике, а также во многих других областях.

Результатом работы в любом редакторе трехмерной графики, в том числе и в приложении 3ds Max, является анимационный ролик или статическое изображение, просчитанное программой. Чтобы получить изображение трехмерного объекта, необходимо создать в программе его объемную модель. В результате работы в программе 3ds Max создаются сцены, состоящие из определенного набора трехмерных (то есть описываемых тремя координатами) геометрических объектов. Упрощенно эти координаты можно назвать длиной, шириной и высотой. Любая сцена формируется по стандартному алгоритму, в котором можно выделить четыре основных этапа: моделирование (создание геометрии), назначение материалов, установка камер и источников света, визуализация. Конечным результатом, завершающим работу над статической трехмерной сценой, является «картинка» – графический файл изображения.

Этап 1. Моделирование (создание геометрии).

Моделирование – это один из основных этапов работы, требующий значительных навыков и знания основных команд и инструментов среды 3ds Max. Можно выделить несколько методов моделирования: к простым относятся деформация и соединение объектов, а к сложным – сплайновое и полигональное моделирование, а также симуляции. Простые методы подразумевают использование примитивов (геометрических форм, например, куб или шар) с их деформацией с помощью модификаторов, либо вырезанием в одном объекте отверстие формой другого объекта (например, делаем оконный проем в стене). Сложные методы моделирования заключаются в прорисовывании формы будущего объекта. Любые трехмерные объекты в программе создаются на основе имеющихся простейших примитивов – куба, сферы, тора и др. Создание трехмерных объектов в программе

3ds Max называется моделированием. Для отображения простых и сложных объектов 3ds Max использует так называемую полигональную сетку, которая состоит из мельчайших элементов – полигонов. Сетку любого объекта можно редактировать, перемещая, удаляя и добавляя ее грани, ребра и вершины. Такой способ создания трехмерных объектов называется моделированием на уровне подобъектов. Каркас модели установки терморadiационного отверждения ЛКП создается на основе примитивов. На вкладке Create расположены различные типы объектов, которые можно создать. Под этим меню находятся подтипы объектов в выпадающем списке. В данном случае выбран тип Geometry (геометрия) и подтип Standard Primitives (стандартные примитивы).

Этап 2. Назначение материалов.

3D Studio Max содержит отдельный модуль для работы с материалами, который называется Material Editor. Материалом называется набор настроек, описывающий свойства поверхности – материал можно назначить на любой объект, но нельзя использовать как задний фон.

Окно Material Editor (Редактор материалов) вызывается при помощи команды Rendering > Material Editor (Визуализация > Редактор материалов) или клавишей M. Слоты материалы содержат образцы создаваемых материалов. Далее устанавливается имя материала (по умолчанию "№ – default") и тип материала (по умолчанию – Standart). Для назначения материала следует перетащить созданный материал из окна Material Editor (Редактор материалов) на объект в окне проекции.

Этап 3. Постановка источников света и камер.

Этот этап заключается в настройке физической камеры и установке источников света. Яркость и тон основного и вспомогательного освещения, глубина и резкость теней, выбор и настройка HDRI-карты и многие другие параметры задаются для настройки визуализации. Программа 3ds Max позволяет устанавливать освещение трехмерной сцены, используя виртуальные источники света – направленные и всенаправленные. Основной пункт настроек Alpha mode (Режим альфа-канала). Этот пункт задает, каким образом объект с материалом CoronaShadowCatcherMtl будет отображен в альфа-канале. Выбираем режим For compositing. Настраиваем цвет Enviro/Backplate, запускаем рендер. Здесь нужно заметить, что в режиме For compositing шумы в тенях уходят довольно долго, поэтому требуется значительно гораздо больше пассивов. Сохраняем изображение в tiff с альфа-каналом. Свиток Reflection properties отвечает за свойства отражений объекта, к ко-

торому применен данный материал, другими словами, помимо отбрасывания теней на объекте с CoronaShadowCatcherMtl можно настроить отражения и также сохранить их в альфа-канале. Для того, чтобы сохраненные изображения были в той же гамме, при сохранении в Corona Virtual Frame Buffer нужно включить опцию Override и указать гамму 2,2.

Этап 4. Визуализация.

Визуализация – это финальный этап, заключающийся в настройке качества получаемой «картинки», размера и типа генерируемых кадров, а также в добавлении специальных эффектов (сияние, отражение и блики в линзах камер, объемный свет и т. д.). Процесс обсчета каждого кадра напрямую зависит от сложности сцены, используемых материалов. Чтобы итоговая картинка получилась реалистичной, необходимо проработать все этапы создания 3D-графики: создать детализированную модель, назначить ей реалистичный материал, поставить свет и подобрать ракурс, задать правильные настройки рендера.

Пример изображения полученный с использованием рендера Corona 1.5 (hotfix) представлен на рисунке 1.



**Рисунок 1 – ИК сушильная установка**

С использованием программы 3ds Max была построена модель и по разработанным чертежам сделана реальная установка терморadiационного отверждения ЛКП.

УДК 621.577

Студ. А. А. Гаспорович

Науч. рук. доц., к.т.н. В. В. Дударев

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕСОСУШИЛЬНОЙ КАМЕРЫ ЛС-2**

Сушка – это процесс удаления влаги из материала путем ее испарения и отвода образовавшихся паров. Он находит широкое применение в различных отраслях промышленности и сельскохозяйственного производства.

Основная проблема устаревших сушильных камер - это низкое качество сушки, неравномерность просыхания досок в штабеле, чрезмерно длительная продолжительность процесса сушки, высокое энергопотребление.

В настоящее время на практике широко применяется сушильная камера ЛС-2. Лесосушильная секция ЛС-2 предназначена для высококачественной сушки пиломатериалов различных древесных пород и толщин до эксплуатационной влажности 7–15%.

Конструкция секции обеспечивает высушивание пиломатериалов в зависимости от их назначения форсированными и нормальными режимами сушки по ГОСТ 19773-84. Секция и блоки камер, собранные на ее основе, рассчитаны для применения на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях с годовым объемом сушки от 5 до 50 тыс. м<sup>3</sup> условных пиломатериалов. Схема секции представлена на рисунке 1.

В сушильной секции принята вертикально-поперечная реверсивная циркуляция агента сушки, а ее вместимость рассчитана на загрузку двух штабелей пиломатериалов с поперечным их размещением.

Для перемещения агента сушки через штабеля пиломатериалов в верхнем отсеке лесосушильной секции смонтировано три осевых реверсивных двухскоростных вентилятора типа ЦАГИ серии У12 №12,5. Вентиляторная установка размещена в рециркуляционном канале сушильной секции.

В качестве теплового оборудования применены биметаллические калориферы. Они установлены в верхнем рециркуляционном канале для обеспечения равномерного температурного поля по длине камеры.

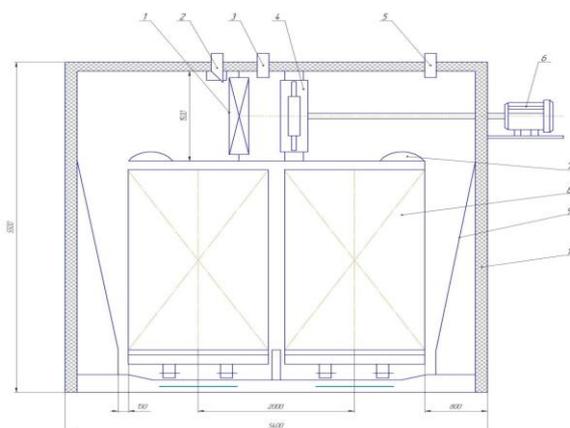
Для повышения энергоэффективности лесосушильной камеры ЛС-2 нами предложены следующие мероприятия:

-замена биметаллических калориферов на калориферы из труб с алюминиевыми KLM-ребрами и лунками;

- внесение электродвигателей в камеру.

Замена биметаллических калориферов на калориферы из труб с алюминиевыми KLM-ребрами и лунками позволила интенсифицировать теплоотдачу в среднем в 2 раза.

Установка электродвигателей с вентиляторами на их валах в циркуляционном канале, устраняет известные недостатки для данной камеры. В таком случае электродвигатели будут являться частью системы воздухообмена сушильной камеры и обеспечат дополнительный подогрев свежего воздуха.



1-калорифер; 2,3,5-патрубки; 4-вентилятор; 6-электродвигатель; 7-обтекатель; 8-сушильный штабель; 9-экран; 10-ограждение

**Рисунок 1 – Схема лесосушильной секции ЛС-2**

Внедрение этих мероприятий позволит снизить энергозатраты на сушку 1 м<sup>3</sup> пиломатериалов на 5,23 кВт·м<sup>3</sup>. Более конкретные результаты позже будут представлены на кафедре и подтверждены цифрами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Информационный листок №259-89. Лесосушильная секция ЛС-2 и блоки камер на ее основе/ Е. С. Богданов, В. В. Новиков, Е. А. Пировских и др./ Архангельский межотраслевой территориальный центр научно-технической информации и пропаганды, 1989.

2. Расчет, проектирование и реконструкция лесосушильных камер / Под редакцией Е. С. Богданова. –М.: Экология, 1993.

3. Справочник по сушке древесины / Е. С. Богданов, В. А. Козлов, В. Б. Кунтыш и др. – М.: Лесная промышленность, 1990.

УДК 684.7

Маг. С. В. Григорюк

Науч. рук. проф., к.т.н. А. А. Барташевич

(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

### **ТКАНИ ДЛЯ ОБИВКИ МЕБЕЛИ И ИХ ВИДЫ**

Длительность эксплуатации мягкой мебели, в частности диванов, зависит не столько от прочного и качественно выполненного каркаса, удобного механизма сбора/разбора, сколько от материала, из которого изготовлена обивка. Существует огромное количество тканей, которые используются в качестве обивочного материала для диванов.

Все ткани можно классифицировать по виду – шенилл, жаккард, хлопок, велюр, замша, флок и т.д. Коллекция тканей представляется в общепринятой в мебельном мире классификации по категориям: ткани 0 категории – "лёгкие". Скотчгард, легкие шениллы, терможаккард, хлопок; ткани 1 категории – более плотные. Флок, вельвет, шенилл, тонкий гобелен, замша; ткани 2 категории – шенилл-жаккард и ткани 1 категории в более плотном исполнении; ткани 3 категории – "тяжёлые" ткани со сложной фактурой: плотный шенилл, замша, гобелен, шенилл со спецэффектом ("буклированный"); ткани 4 категории – тяжёлые плотные ткани: гобелены, шениллы, а также замши с рисунком; ткани 5 категории – "шениллжаккард" и другие плотные мебельные ткани с натуральным волокном; ткани 6 категории – ткани-аналоги натуральной кожи (арпатеки). Разработаны специально для обивки мягкой мебели; 7-8 категория – включает натуральные кожи различной степени выделки и страны-производителя. [1].

Шенилл («chenille» – фр. гусеница) – это название нити, которая имеет мягкую округленную поверхность. Шенилловая пряжа создается путем вплетения ворсинок между двух прочных нитей, которые впоследствии скручиваются по спирали.

Флок – по способу изготовления относится к нетканым тканям. Изготовление флока – это аппликация мелких частиц натурального или синтетического волокна, обычно в простом рисунке, на липкую матерчатую основу.

Жаккардовые ткани, вырабатываемые жаккардовым переплетением на специальных станках из хлопчатобумажной и смешанной пряжи разной линейной плотности. Они могут быть крупноузорчатыми, мелкоузорчатыми, однослойными, двухслойными.

Велюры – ворсовые ткани, предназначены для использования при облицовывании мягкой мебели сложных форм. По структуре эти ткани с устойчивыми малорастягивающимися переплетениями [2].

Виды кожи:

Натуральная кожа – это шкуры различных животных, прошедшие сложную технологическую обработку. Основная цель этого процесса – сохранить прижизненные свойства и структуру белковых волокон кожи, улучшить физические, физико-механические и химические свойства структурных элементов.

Искусственные кожи и кожзаменители изготавливают путём нанесения на тканную основу плёночного покрытия. Традиционно для этого плёночного покрытия использовался ПВХ – поливинилхлорид. Для придания эластичности в него вводят добавки – пластификаторы (различные эфиры фталиевой кислоты) – до 60% массовой доли. Эти добавки встраиваются в структуру полимера, а также встраиваются добавки-стабилизаторы, которые позволяют коже быть устойчивой к действию солнечных лучей. Но эти добавки не очень экологичны. Поэтому теперь искусственную кожу стали изготавливать путём нанесения на тканную основу полиуретанового плёночного покрытия. В качестве основы выступает хлопчатобумажная ткань. [3].

Кожи, как и ткани, также разделяются на категории. Для пошива мебели в подавляющем большинстве случаев используется кожа крупного рогатого скота. После выделки кожа разрезается вдоль на четыре части.

Самый верхний слой кожи – это первая категория, самая качественная и дорогая кожа. Она толстая и мягкая, соответственно приятная на ощупь. К тому же, она более прочная и эластичная.

Вторая категория – тонкая и мягкая кожа. Она имеет искусственный рисунок.

Третья категория – тонкая и жёсткая.

И, наконец, четвертая категория кожи – это внутренняя часть кожи, прилегающая к жировому слою. Эту кожу можно отличить по остающимся после сгиба деформациям. Со временем она трескается и ломается на сгибах. Верхний слой кожи хуже впитывает красители, соответственно, со временем, краска вытирается [4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт <http://mebelnye-tkani.ru/> [электронный ресурс].
2. Статья с сайта <http://rauta.ru/information/formebel/> [электронный ресурс].
3. Статья с сайта <http://brjunetka.ru/kak-vyibrat-pravilnuyu-tkan-dlya-mebeli/> [электронный ресурс].
4. Статья с сайта <http://infosborka.ru/materialyi-i-instrumentyi/tkani-dlya-obivki-myagkoj-mebeli> [электронный ресурс].

УДК 536.24

Студ. Е.С. Данильчик

Науч. рук., к.т.н. А.Б. Сухоцкий

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

## **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ КОМПОНОВКА ТРУБНОГО ПУЧКА АППАРАТА ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ 2АВГ-75**

Одним из направлений повышения энергоэффективности и экономичности теплообменных аппаратов с оребренными трубными пучками является применение свободной конвекции.

Естественно-конвективные процессы распространены в таких областях промышленности, как воздушное охлаждение мощных полупроводниковых преобразователей энергии, в радиаторах охлаждения масла силовых электрических трансформаторов, солнечной энергетике, в системах вентиляции и воздушного отопления зданий, при охлаждении теплонапряженных электронных приборов, в системах аварийного охлаждения ядерных реакторов и др. Все это делает актуальным обобщение результатов теоретических и экспериментальных исследований пучков из оребренных труб в условиях свободной конвекции [1,2].

Практическая реализация процессов естественной конвекции сдерживается недостаточной их изученностью. Для анализа процессов теплоотдачи и обоснованного выбора поверхности теплообмена требуется надежная оценка коэффициентов теплоотдачи оребренных поверхностей.

Известно, что шахматные пучки труб более эффективны с точки зрения переноса теплоты, а теплообменники в которых они используются имеют меньшую площадь. Также известным является факт, что при коридорной компоновке трубного пучка имеются меньшие гидравлические сопротивления. Это является стимулом для изучения данной компоновки трубного пучка. На сегодняшний день исследования по коридорным пучкам, как горизонтальным, так и установленным под углом к горизонтальной плоскости, практически отсутствуют [3].

В данной работе на примере аппарата воздушного охлаждения природного газа 2АВГ-75 была проведена сравнительная энергетическая характеристика двух аппаратов с шахматной и коридорной горизонтальной компоновкой трубного пучка в режиме естественной конвекции. Использовались промышленные биметаллические ребристые трубы с накатными алюминиевыми ребрами и несущими трубами из углеродистой стали 20 (ГОСТ 550-75), изготовленные по технологии ЛЕННИИХИММАШа. Диаметр несущей трубы  $d_n = 25$  мм, толщина стенки  $\delta_{ст} = 2$  мм, геометрические параметры оребрения:

$d \times d_0 \times h \times s \times \Delta = 55,85 \times 25,85 \times 15 \times 2,56 \times 0,75$  мм; коэффициент оребрения трубы  $\varphi = 19,9$ ; общее количество труб  $n=648$  шт. с длиной одной трубы  $L=12$ м. Данный аппарат охлаждает природный газ от температуры  $t_1' = 75^\circ\text{C}$  до температуры  $t_1'' = 45^\circ\text{C}$ , обеспечивая тепловую нагрузку  $Q = 3629$  кВт с расходом охлаждаемого природного газа  $G_1 = 45$  кг/с. Температура охлаждающего воздуха на входе аппарат при использовании вынужденной конвекции  $t_2' = 30^\circ\text{C}$ .

Согласно методике расчета, в режиме естественной конвекции для шахматной компоновки трубного пучка (с числом поперечных рядов  $z=6$  шт.), при определении конвективного коэффициента теплоотдачи от оребрения к наружному воздуху  $\alpha_k$ , Вт/(м<sup>2</sup>·К), число Нуссельта определялось по формуле по данным [4]

$$\text{Nu} = 0,97 \cdot 0,00356 \cdot \text{Ra}^{0,44} \left(1 - \exp\left(-5,8 \cdot 10^5 / \text{Ra}\right)\right), \quad (1)$$

где 0,97 – коэффициент учитывающий влияние конфузора;

Ra – число Релея для воздуха.

Для коридорной компоновки трубного пучка (с числом поперечных рядов  $z=8$  шт. для того обеспечения одинаковой тепловой нагрузки аппарата) число Нуссельта рассчитывалось по данным [5]

$$\text{Nu} = 0,97 \cdot 0,00305 \cdot \text{Ra}^{0,468}. \quad (2)$$

Были получены следующие результаты, которые приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Результаты расчета**

Параметр	Шахм. ком-ка ( $z=6$ шт.)	Кор. ком-ка ( $z=8$ шт.)
1	2	3
Тепловая нагрузка аппарата $Q$ , кВт	$Q=3629$	
Расход охлаждающего воздуха $V_2$ , м <sup>3</sup> /с	114,6	133,7
Установленная площадь поверхности теплообмена $F_y$ , м <sup>2</sup>	12560	
Расчетная площадь поверхности теплообмена $F_p$ , м <sup>2</sup>	9586	10720
Коэффициент запаса площади $k_3$	1,30	1,17
Температура охлаждающего воздуха на входе в аппарат $t_0$ , °C	15	13
Расчетная мощность на валу вентилятора $N_B$ , кВт	33,2	35,5
КПД вентилятора $\eta$	0,58	0,56

Продолжение таблицы 1

Коэффициент теплоотдачи от природного газа (охлаждаемого теплоносителя) к несущей трубе $\alpha_1$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	1132 Вт	
Коэффициент теплоотдачи от оребренной поверхности к наружному воздуху (горячая часть) $\alpha_2 = \alpha_k + \alpha_{дл}$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	0,568+0,079= =0,648	0,699+0,059= =0,758
Коэффициент теплопередачи горячей части (холодной части) $k_{г.ч.}$ ( $k_{х.ч.}$ ), Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	0,635(18,2)	0,740(15,6)
Расчетный тепловой поток горячей части $Q_{р.г.}$ , кВт	235,5	282,8
Расчетный тепловой поток холодной части $Q_{р.х.}$ , кВт	340,4	336,3
Примечание– горячая часть (режим свободной конвекции), холодная часть (режим вынужденной конвекции)		

**Вывод:** для обеспечения заданной тепловой нагрузки  $Q = 3629$  кВт, исходя из таблицы 1, наиболее энергетически и экономически эффективным являет аппарат воздушного охлаждения 2АВГ-75 с шахматной компоновкой трубного пучка вследствие меньшей занимаемой площади и меньшей себестоимости аппарата.

Также следует отметить, что значение минимальной температуры охлаждающего воздуха  $t_0$ , °С, при которой аппарат может работать в режиме естественной конвекции и расчетная мощность на валу вентилятора  $N_v$ , кВт, имеют примерно равные значения для обеих компоновок трубного пучка.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Свободноконвективные течения, тепло- и массообмен. В 2-х кн.: Пер. с англ./ Гебхарт Б., Джалурия Й., Махаджан Р., Саммакия Б.: Мир, 1991. 528 с.
2. Мартыненко О.Г., Свободно-конвективный теплообмен: Справочник / Мартыненко О.Г., Соковишин Ю.А. Мн.: Наука и техника, 1982. 400 с.
3. Позднякова А.В., Кунтыш В.Б. Теплоотдача переходных коридорно-шахматных пучков из оребренных труб при естественной конвекции воздуха // Известия вузов. Проблемы энергетики. – 2000. – № 9-10. – С.15-19.
4. Самородов А.В Совершенствование методики теплового расчета и проектирования аппаратов воздушного охлаждения с шахматными оребренными пучками // Автореферат. – 1999. – С. 3-22.
5. Новожилова А.В., Марьяна З.Г., Верещагин А.Ю., Кунтыш В.Б. Исследование свободно-конвективного теплообмена коридорных ребристых пучков при различных углах наклона труб // Тез. докл. и сообщений XIV Минского международного форума по тепло- и массообмену 10-13 сентября 2012 г./ ИТМО им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, Минск.–2012.–Т.1, часть 1. С.221-224.

УДК 630.332.3

Студ. Е.М. Дудко, А.П. Смеян

Науч. рук. доцент, к.т.н. С.Е. Арико

(кафедра лесных машин и технологи лесозаготовок, БГТУ)

## ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФРЕЗЕРНО- ГО ОБОРУДОВАНИЯ И ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРИ ВАЛКЕ И МУЛЬЧИРОВАНИИ

Актуальность проведения исследований вызвана возрастающими требованиями и техническими условиями на проведение лесовосстановительных работ на площадях, требующих очистки от древесно-кустарниковой растительностью. В настоящее время перспективным методом подготовки площадей под посадку является применение специальных машин с фрезерным технологическим оборудованием, которым в первую очередь является мульчер. Однако специфика его применения заключается в необходимости установки на специализированных шасси различной мощности, которая зависит от технологии работы и массово-геометрических параметров самого мульчера.

В связи с этим, а также с целью оптимизации работы оборудования разработана методика расчета энергетических затрат при работе мульчера на подготовке лесовосстановительных площадей, которая позволит определить мощностные показатели двигателя внутреннего сгорания базовой машины.

Требуемая мощность двигателя можно определить из выражения:

$$N_{\text{дв}} = N_{\text{рез}} + N_{\text{отб}} + N_{\text{под}} + N_{\text{пер}} + N_{\text{тр}}, \quad (1)$$

При этом мощность затрачиваемая на резание (Вт) определяется следующими составляющими:

$$N_{\text{рез}} = P_{\text{рез}} \cdot u, \quad (2)$$

где  $P_{\text{рез}}$  – усилие резания, Н;

$u$  – угловая скорость вращения ротора.

Мощность затрачиваемая на отбрасывание, Вт:

$$N_{\text{отб}} = P_{\text{отб}} \cdot u, \quad (3)$$

где  $P_{\text{отб}}$  – сопротивление отбрасывания стружки

Мощность затрачиваемая на преодоление горизонтальной составляющей силы прижатия фрезы, Вт:

$$N_{\text{под}} = P_x \cdot v, \quad (4)$$

где  $P_x$  – горизонтальная составляющая силы резания, Н;

$v$  – скорость движения универсального шасси, м/с,

Мощность затрачиваемая на перемещение шасси, Вт:

$$N_{\text{пер}} = P_{\text{ш}} \cdot v, \quad (5)$$

где  $P_{ш}$  – сопротивления перемещения шасси, Н.

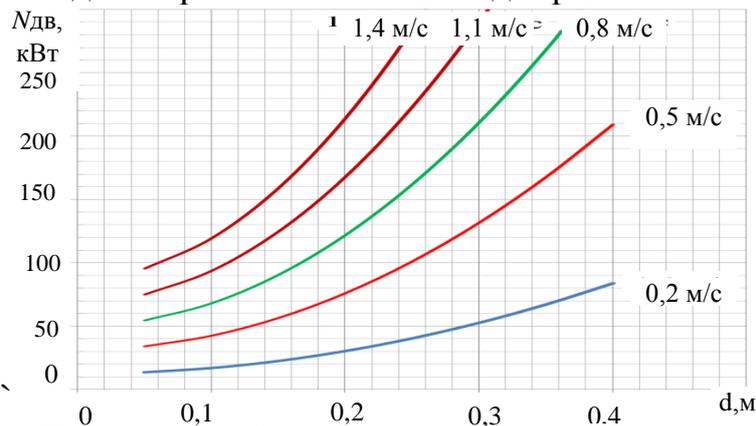
Мощность затрачиваемая на преодоления сил трения в передаче от вала отбора мощности до рабочего органа, Вт:

$$N_{тр} = (1 - \eta_m) \cdot (N_{рез} + N_{отб} + N_{под}) \quad (6)$$

где  $\eta_m$  – КПД привода мульчера  $\eta_m = 0,89$ .

Учитывая, что ширина рабочего органа составляет свыше 2 м, то при работе шасси в режиме валки древесно-кустарниковой растительности будут обрабатываться одновременно до 5 деревьев различного диаметра. При этом осуществляя обработку древостоя в наиболее тяжелых эксплуатационных условиях при скорости движения 0,2 м/с (0,7 км/ч) при мощности 220 кВт, возможно осуществлять одновременную обработку 4 деревьев, или скопление из 5–10 деревьев диаметром до 10–15 см.

Процесс мульчирования сваленного дерева отличается снижением потребляемого усилия и мощности на обработку аналогичного древостоя, ввиду снижения длины резания более чем в два раза.



**Рисунок 1 – Изменение требуемой мощности двигателя от скорости передвижения универсального шасси при мульчировании отдельно лежащих деревьев или пней различного диаметра**

В соответствии с результатами расчетов установлено, что на мульчирование деревьев требуется в 1,7–2,1 раза меньше мощности чем на его валку. Более равномерное распределение затрат мощности на валку и измельчение древесно-кустарниковой растительности может быть достигнута за счет оснащения мульчера толкателем, обеспечит предварительное натяжение волокон обрабатываемого древостоя и снизит удельные сопротивления резанию на 20–30%.

Разработанную методику и полученные данные могут быть использованы при создании новых и выборе режимов нагружения существующих конструкций фрезерного оборудования для расчистки площадей от древесно-кустарниковой растительности.

УДК 630.332.3

Студ. Е.М. Дудко.

Науч. рук. доц., к.т.н. С.Е. Арико

(кафедра лесных машин и технологи лесозаготовок, БГТУ)

### ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МУЛЬЧЕРОВ

Современные модели мульчеров позволяют измельчать кусты, ветки и деревья до 60 см в диаметре и обрабатывать территорию со скоростью до 5 км/ч.

Привод мульчеров осуществляется от: вала отбора мощности (ВОМ); гидравлической системы; собственного двигателя, которые являются дорогостоящими и имеют значительный вес. Мульчеры устанавливаются на базовые колесные и гусеничные шасси тракторов, фронтальных погрузчиков и экскаваторов.

Рабочий орган такой машины представляет собой закрепленный в подшипниках вращающийся вал – ротор, конструкция которого определяется назначением, видом обрабатываемого материала и условиями работы. Основными рабочими характеристиками ротора мульчера являются ширина обработки (ширина полосы, которую может за один проход очищать данный ротор) и диаметр ротора, величина которого определяет высоту или глубину обработки. Следует отметить, что при увеличении ширины ротора повышается производительность работы, однако при этом увеличиваются потребляемая мощность и масса мульчера.

Данный класс техники представлен на отечественном рынке итальянскими фирмами «FERRI», «FAE», «Seppi M», «Orsi», немецкими

«АНВИ» и фирмами США «BANDIT», «Baumalight», «Loftness». Ряд этих компаний освоили выпуск мульчеров осуществляющих сбор щепы.

Они представляют собой навесной роторный мульчер, оборудованный вентилятором, выдувающим полученную щепу через специальный патрубок в контейнер или бункер (рисунок 1).



Рисунок 1 – Мульчер собирающий щепу

Основным параметром, влияющим на производительность и мощность базового шасси, является ширина захвата полосы обработки кустарниковой растительности. Она изменяется в диапазоне от 1,75 м до 3 м, при этом для их работы необходимо использование тягача с мощностью от 60 кВт до 370 кВт. На рисунке 2 предоставлена зависимость изменения требуемой мощности от рабочей ширины обработки для различных моделей мульчеров. С увеличением ширины полосы обработки диапазон рекомендуемых мощностей увеличивается, что существенно влияет на производительность. Среди современных производителей наиболее широкую номенклатуру мульчеров и их параметров являются фирмы Seppi, Fae, Ahwi.

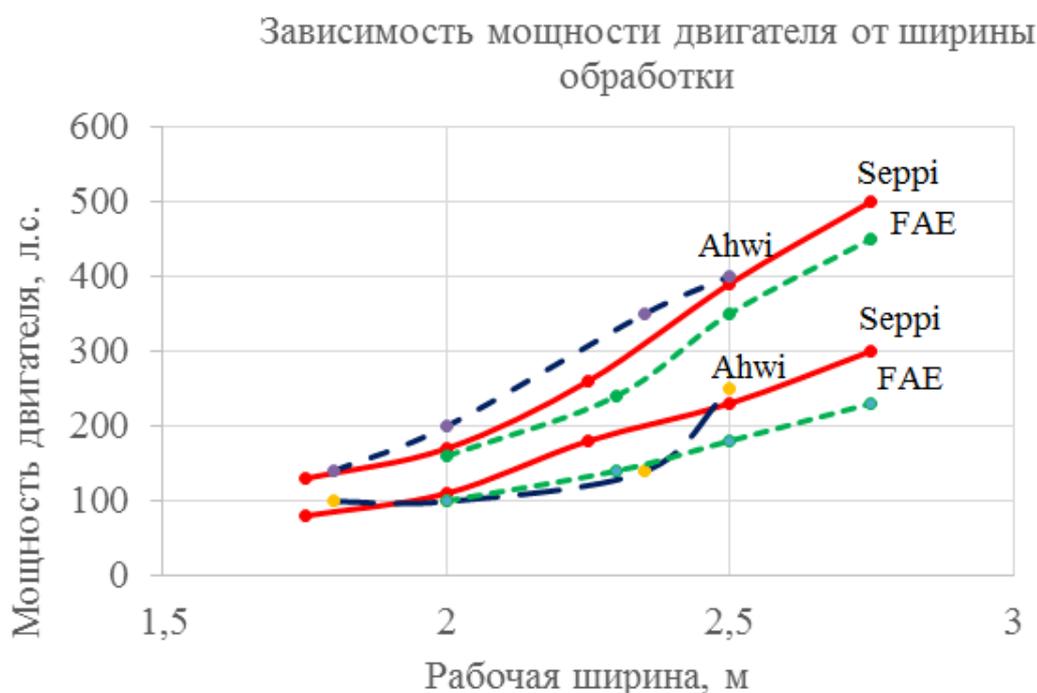


Рисунок 2 – Зависимость мощности двигателя от ширины обработки фирм: Seppi, Fae, Ahwi

Применение мульчеров обеспечивает снижение эксплуатационных затрат на осуществление технологических работ, повышает их эффективность в работе и безопасность при эксплуатации, а так же снижает трудоемкость выполняемых операций, что подтверждает целесообразность их применения в различных отраслях. На наш взгляд такие машины будут определять уровень состояния подготовительных работ в лесном комплексе и дорожно-строительном хозяйстве при проведении лесовосстановительных работ в Республике Беларусь.

Студ. А. В. Зинкевич, К. И. Козлова

Науч. рук. ст. преп. Е. А. Леонов

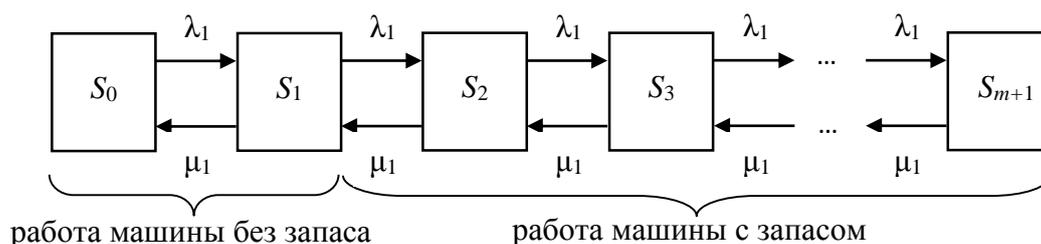
(кафедра лесных машин и технологии лесозаготовок, БГТУ)

Науч. рук. доц. В. В. Игнатенко

(кафедра высшей математики, БГТУ)

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОДНОМАШИННЫХ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМ С ЗАПАСОМ

Для анализа работы на лесозаготовительном терминале одной рубильной машины воспользуемся теорией одномашинной лесопромышленной системы с запасом [1, 2]. Для такой модели характерны следующие состояния:  $S_0$  – рубильная машина технически исправна, но не работает из-за отсутствия сырья либо по другим организационным причинам;  $S_1$  – рубильная машина осуществляет измельчение древесного сырья, запас пуст;  $S_2$  – рубильная машина осуществляет измельчение древесного сырья, в запасе одна единица сырья и т. д.;  $S_{m+1}$  – рубильная машина осуществляет измельчение древесного сырья, в запасе  $m$  единиц сырья (рис. 1).



**Рисунок 1 - Размеченный граф состояний одномашинной системы с запасом**

Здесь  $\lambda_1$  – интенсивность поступления сырья на измельчение;  $\mu_1$  – интенсивность измельчения сырья.

Для одномашинной системы с запасом в общем виде алгебраические выражения для определения значений зависимостей вероятностей состояний оборудования от интенсивностей соответствующих событий равны [2]:

$$P_0 = \left[ \frac{1 - \rho_1^{m+2}}{1 - \rho_1} \right]^{-1} = \frac{1 - \rho_1}{1 - \rho_1^{m+2}}; \quad P_1 = \rho_1 \cdot P_0; \quad P_2 = \rho_1^2 \cdot P_0; \quad \dots; \quad P_{m+1} = \rho_1^{m+1} \cdot P_0, \quad (1-4)$$

где  $P_i$  – финальная вероятность для состояния  $S_i$ .

В выражениях (1–4) параметр  $\rho_1$  – коэффициент загрузки рубильной машины, который представляет собой отношение интенсивности подачи сырья на обработку к интенсивности обработки предмета труда:

$$\rho_1 = \frac{\lambda_1}{\mu_1}. \quad (5)$$

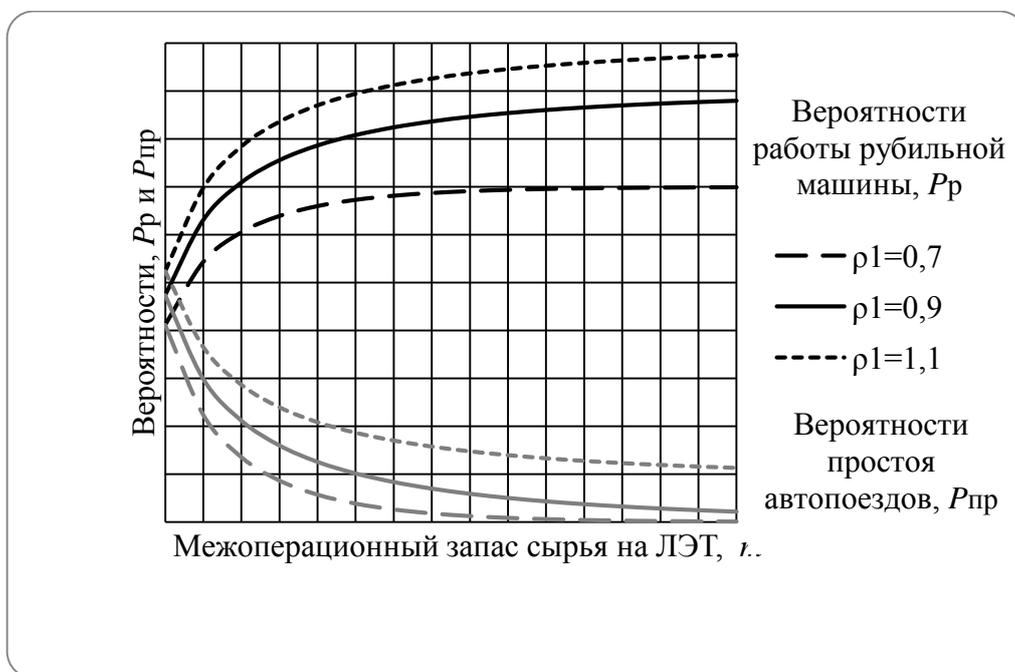
Вероятность работы рубильной машины равна:

$$P_p = 1 - P_0. \quad (6)$$

При работе одной рубильной машины вероятность простоя лесовозных автопоездов ввиду заполнения площадки ЛЭТ, определяется по формуле:

$$P_{пр} = P_{m+1} = \rho_1^{m+1} \cdot P_0. \quad (7)$$

На рис. 2 приведены теоретические исследования влияния величины межоперационного запаса сырья на вероятности загрузки рубильных машин и простоя автопоездов при работе одномашинных систем.



**Рисунок 2 - Зависимости вероятностей работы рубильной машины и простоя автопоездов от величины межоперационного запаса**

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федоренчик А. С., Леонов Е. А. Лесозенергетические терминалы: оптимизация параметров // Лесное и охотничье хозяйство. 2012. № 9. С. 10–15.

2. Игнатенко, В. В. Моделирование и оптимизация процессов лесозаготовок: учеб. пособие для студентов специальности «Лесоинженерное дело» / В. В. Игнатенко, И. В. Турлай, А. С. Федоренчик. – Минск: БГТУ, 2004. 180 с.

Студ. А. В. Зинкевич, Е. А. Невинская

Науч. рук. ст. преп. Е. А. Леонов

(кафедра лесных машин и технологии лесозаготовок, БГТУ)

Науч. рук. доц. В. В. Игнатенко

(кафедра высшей математики, БГТУ)

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МНОГОМАШИННЫХ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМ С ЗАПАСОМ

Для анализа работы на лесозенергетическом терминале нескольких рубильной машины воспользуемся теорией многомашинной лесопромышленной системы с запасом [1]. Для такой модели характерны следующие состояния:  $S_0$  – рубильные машины технически исправны, но не работают из-за отсутствия сырья либо по другим организационным причинам;  $S_1$  – измельчение древесного сырья осуществляет одна машина, остальные простаивают, запас пуст;  $S_2$  – измельчение древесного сырья осуществляют две машины, остальные простаивают, запас пуст и т. д.;  $S_n$  – измельчение древесного сырья осуществляют  $n$  машин, запас пуст;  $S_{n+1}$  – измельчение древесного сырья осуществляют  $n$  машин, в запасе одна единица сырья; и т. д.;  $S_{n+m}$  – измельчение древесного сырья осуществляют  $n$  машин, в запасе  $m$  единиц сырья (рис. 1).

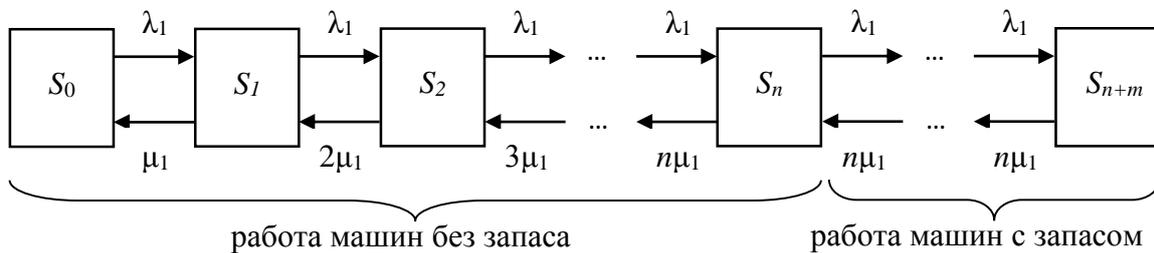


Рисунок 1 - Размеченный граф состояний многомашинной системы с запасом

Для многомашинной системы с запасом в общем виде алгебраические выражения для определения значений зависимостей вероятностей состояний оборудования от интенсивностей соответствующих событий равны [1]:

$$P_0 = \left[ 1 + \frac{\rho_1}{1!} + \frac{\rho_1^2}{2!} + \frac{\rho_1^3}{3!} + \dots + \frac{\rho_1^n}{n!} + \frac{\rho_1^n}{n!} \cdot \frac{\rho_1 - \left(\frac{\rho_1}{n}\right)^{m+1}}{1 - \frac{\rho_1}{n}} \right]^{-1}; \quad (1)$$

$$P_1 = \frac{\rho_1}{1} P_0; P_2 = \frac{\rho_1^2}{2!} P_0; \dots; P_n = \frac{\rho_1^n}{n!} P_0; \quad (2-8)$$

$$P_{n+1} = \frac{\rho_1^{n+1}}{n!} P_0; P_{n+2} = \frac{\rho_1^{n+2}}{n^2 n!} P_0; \dots; P_{n+m} = \frac{\rho_1^{n+m}}{n^m n!} P_0.$$

Вероятность работы всех рубильных машин, в общем виде составит:

$$P_p = P_n + P_{n+1} + P_{n+2} + \dots + P_{n+m}. \quad (9)$$

При работе  $n$  рубильных машин вероятность простоя лесовозных автопоездов ввиду заполнения площадки ЛЭТ, определяется по выражению:

$$P_{пр} = P_{n+m}. \quad (10)$$

На рис. 2 приведены теоретические исследования влияния величины межоперационного запаса сырья на вероятности загрузки рубильных машин и простоя автопоездов при работе многомашинных систем.

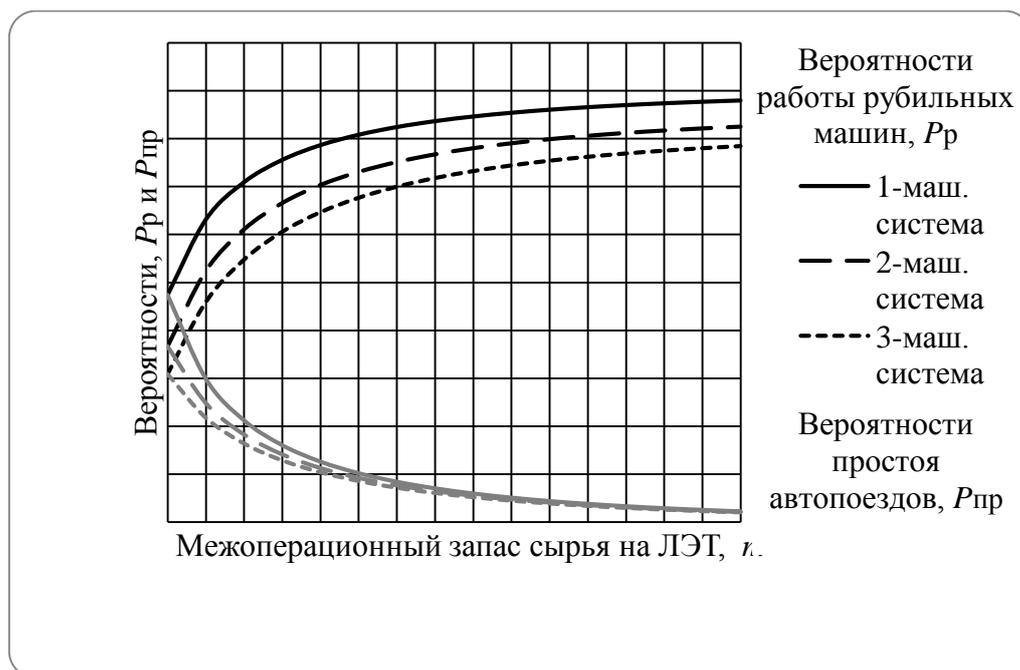


Рисунок 2 - Зависимости вероятностей работы рубильной машины и простоя автопоездов от величины межоперационного запаса

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Игнатенко, В. В. Моделирование и оптимизация процессов лесозаготовок: учеб. пособие для студентов специальности «Лесоинженерное дело» / В. В. Игнатенко, И. В. Турлай, А. С. Федоренчик. — Минск: БГТУ, 2004. 180 с.

УДК 630\*383.4

Студ. В.А. Кипра

Науч. рук. канд. техн. наук Е.И. Бавбель

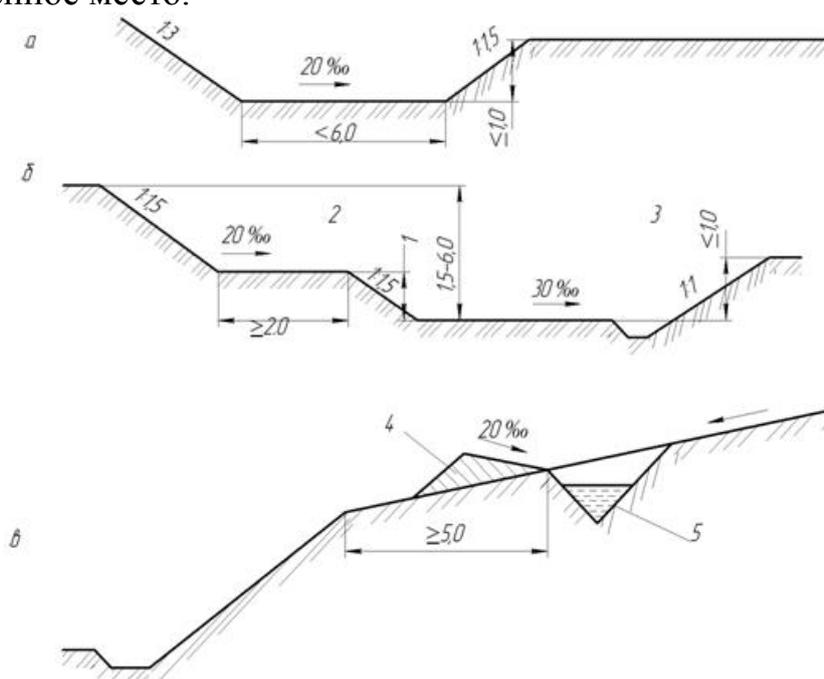
(кафедра лесных дорог и организации вывозки древесины, БГТУ)

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ВОДООТВОДА ОТ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЛЕСНОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Отвод поверхностных и грунтовых вод от земляного полотна является одним из основных условий, обеспечивающим прочность и устойчивость.

Продольный водоотвод осуществляется *продольными канавами, кюветами, резервами, осушительными и нагорными канавами, лотками и дренажными устройствами.*

К дорожным водоотводным канавам предъявляются следующие требования: канава должна иметь размеры, соответствующие количеству протекающей воды; уклон и тип укрепления канавы должны обеспечить отсутствие размывов и заливания, в связи с этим канава должна иметь уклон ее дна не менее 5‰, канава должна иметь выход в пониженное место.



*а* – канава, совмещенная с боковыми резервами;

*б* – трапециевидная треугольная боковая канава; *в* – нагорная канава у выемок;

1 – кювет-резерв; 2 – берма; 3 – резерв; 4 – банкет; 5 – нагорная канава

**Рисунок 1 - Виды водоотводных канав:**

При отсыпке насыпи из боковых резервов последние должны быть использованы для отвода воды вместо канав.

*Продольные каналы.* Применяют для отвода воды, поступающей с поверхности земляного полотна, откосов, территории, прилегающей к земляному полотну (бассейну).

На участках насыпи выше 1 м отвод поверхностных вод от земляного полотна, а также воды, поступающей по дренажным устройствам из основания дорожной одежды, осуществляется *канавами* или *резервами*.

*При отсутствии поперечного уклона местности или на склоне,* не превышающем 1:25, продольные каналы устраивают с обеих сторон насыпи. Если поперечный уклон местности круче 1:25 – только с нагорной стороны. На участках, где земляное полотно сооружается способом продольной возки (из привозного грунта), водоотводные каналы проектируются в случае надобности в них по условиям водоотвода независимо от высоты насыпи. При высоте насыпи более 4 м, сооружаемой из резервов, между подошвой насыпи и бровкой резерва оставляют берму шириной не менее 2 м с уклоном в сторону канавы или резерва 20%. Глубина канав измеряется от поверхности земли.

Поперечное сечение канавы может быть *треугольное* и *трапецеидальное*.

Треугольные устраивают: в гравелистых песках (глубина 0,3 м) и откосы внутренние 1:3, наружные 1:1,5–1:2), в песках, супесях и пылеватых песках (глубина 0,5 м) и откосы внутренние 1:3; наружные 1:1,5–1:2.

Трапецеидальные: в суглинках, глине, пылеватом грунте (глубина 0,6 м, ширина канавы по дну – 0,4 м, заложение откосов – внутренний 1:1,5–1:3, наружный – 1:15).

*Водоотводные каналы.* Предназначены для пропуска воды из пониженных мест и логов с небольшими бассейнами к искусственным сооружениям и для отвода воды из кюветов, резервов, продольных, нагорных и осушительных канав.

Очертание канав принимается трапецеидальным.

Его размеры определяют, как и продольных канав, но глубина и ширина по дну должна быть: не менее 0,6 м – на I-III категории и 0,5 м – на III-IV категории и дорогах, не имеющих выраженного грузооборота, т. е. лесных. Крутизна откосов во всех грунтах – 1:1,5.

Низовая бровка должна возвышаться над расчетным уровнем воды не менее 0,15 м.

При условии затрудненного водоотвода допускается уменьшение продольного уклона до 2%. На болотах водоотводные каналы устраивают аналогично осушительным.

УДК 674.053

Маг. И. К. Клепацкий

Науч. рук., доц. В. В. Раповец

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов, БГТУ)

## ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ РЕЖИМОВ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ИНСТРУМЕНТОМ С АДАПТИВНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Для проведения эксперимента была разработана методическая сетка опытов. В качестве варьируемых параметров были выбраны частота вращения шпинделя  $n$ , мин<sup>-1</sup>, толщина стружки  $e$ , мм, высота снимаемого припуска  $h$ , мм, задний угол резания  $\alpha$ , град, и скорость подачи  $V_s$ , м/мин, как наиболее значимые технологические параметры, влияющие на мощность резания при фрезеровании.

Так как древесина материал, то нельзя говорить о достоверности получения данных в какой-либо определённый момент времени. В ходе проведения эксперимента для каждого режима обработки, программным обеспечением записывался массив данных об изменении мощности резания на шпинделе с частотой обновления 0,06 секунд. Этот массив данных приводился к усреднённому значению, что равноценно использованию древесины однородной по структуре.

Для более удобного представления результатов эксперимента, сведём в графический вид все исследования мощностей резания для значения заднего угла  $\alpha$  равному 15, 20 и 25 градусов.

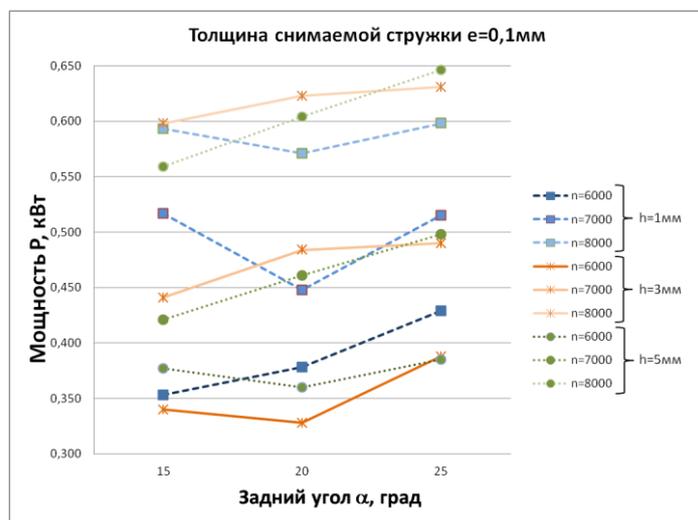


Рисунок 1 – Графики изменения мощности на шпинделе при обработке открытым фрезерованием доски из массива сосны при толщине снимаемой стружки  $e=0,1$  мм

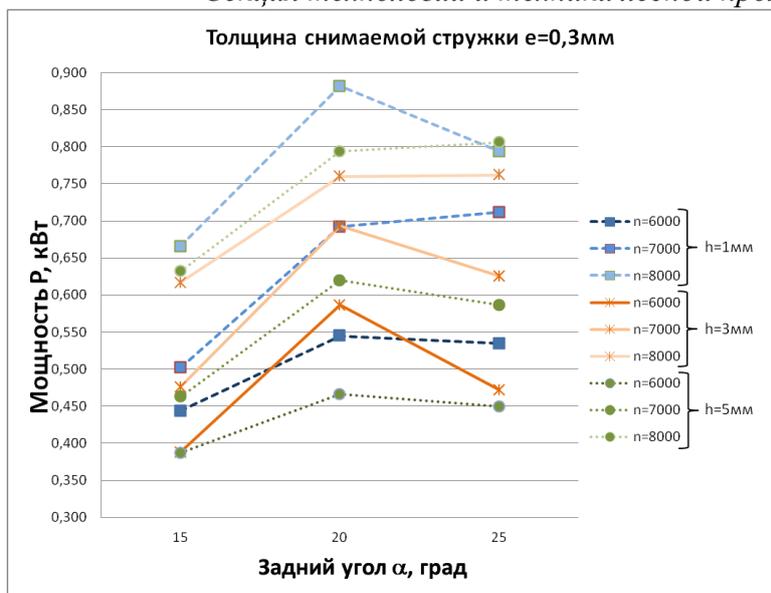


Рисунок 2 – Графики изменения мощности на шпинделе при обработке открытым фрезерованием доски из массива сосны при толщине снимаемой стружки  $e=0,3$  мм

Из графиков видно, что наиболее оптимальный режим, с точки зрения энергетической составляющей, будет иметь место при следующих значениях, приведённых в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты натурального эксперимента

Частота вращения шпинделя n, об/мин	Толщина стружки e, мм	Высота снимаемого припуска h, мм	$\alpha$ , град	Скорость подачи $V_s$ , м/мин	Мощность P (эксп), кВт
6000	0,1	3	20	6,20	0,328
6000	0,3	5	15	14,40	0,535

**Выводы:** В ходе проделанной работы были: проведены натурные эксперименты по определению мощности на резание; определены оптимальные режимы эксплуатации фрезерного адаптивного инструмента для различных режимов обработки древесины массива сосны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бершадский, А. Л. Резание древесины / А.Л. Бершадский, Н. И. Цветкова – Мн.: Вышэйшая школа, 1975 – 304 с.
2. Гришкевич А. А. Проектирование и производство дереворежущего инструмента / А. А. Гришкевич, А. П. Клубков. – Минск: БГТУ, 2005. – 166 с.

УДК 630

Студ. В.В. Климко, В.И. Стреха

Науч. рук. доц. В.А. Симанович

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

**ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО  
ОБСЛУЖИВАНИЯ АГРЕГАТНЫХ МАШИН  
В ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Сортиментная заготовка древесины преимущественно связана с использованием харвестеров и форвардеров. Агрегатные машины работают в двухсменном режиме, что требует дополнительных затрат по обслуживанию их на месте работы. Это связано прежде всего с высокой стоимостью машины, желанием эксплуатационников уменьшить сроки их окупаемости за счет повышения коэффициента использования. В связи с этим назрела необходимость на предприятиях лесной отрасли иметь специализированную технику по их обслуживанию на рабочем месте.

Нами предлагается передвижная ремонтная мастерская на базе автомобиля МАЗ 6317 в комплект которой входит такое оборудование: переносной генератор УСТГБС-50, стенды для технического обслуживания масляных центрифуг, для обжатия трубопроводов высокого давления, манипулятор ИМ-50, компрессор поршневой К-1, сварочный аппарат FUBAG-160.

Набор такого оборудования позволяет производить ТО-1, ТО-2 непосредственно на лесосеке. Использование манипулятора ИМ-50 позволит проводить работы по замене отдельных узлов и агрегатов при проведении текущего ремонта (ТР).

Опыт использования таких передвижных мастерских показал, что наличие таких приспособлений и инструментов позволит на качественно высоком уровне осуществлять работы по техническому обслуживанию агрегатных машин отечественного и зарубежного производства.

Необходимым условием является наличие высококвалифицированных слесарей-ремонтников совмещающих не одну рабочую профессию. Работы по ТО-1 и ТО-2 для агрегатных машин выполняются по графику составленному на предприятия с учетом наработки машины до установленной нормы. Обслуживание проводится в ограниченные сроки связанные с пересменкой работающих бригад на агрегатных машинах.

Такая форма проведения работ по техническому обслуживанию является новой и одновременно необходимой для достижения высоких производственных показателей в работе.

Студ. Д.В. Козека

Науч. рук. доц. А. А. Янушкевич

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

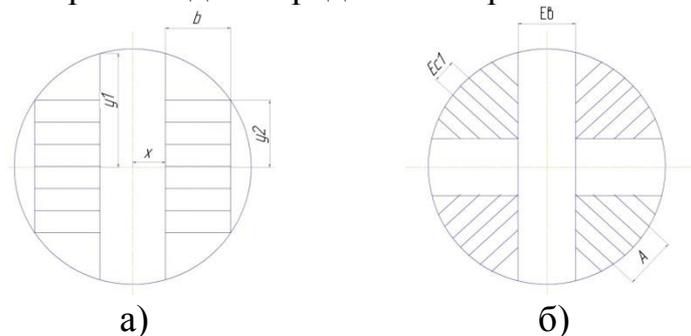
## **ВЛИЯНИЕ СПОСОБА РАСПИЛОВКИ И УГЛА РАДИАЛЬНОСТИ НА ОБЪЕМНЫЙ ВЫХОД РАДИАЛЬНЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ**

Радиальные пиломатериалы с углом радиальности не менее  $60^\circ$  применяют для производства резонансных досок, используемых в музыкальных инструментах, а с углом радиальности более  $45^\circ$  - для производства клееных щитов и брусьев.

Пиломатериалы радиальной распиловки отличаются повышенной формоустойчивостью, т.е. меньше подвергаются короблению в процессе сушки и при изменении условий эксплуатации изделий, из них изготовленных. Величина усушки и разбухания древесины в радиальном направлении в 1,5-2,0 раза меньше, чем в тангенциальном [1].

Распиловка бревен на радиальные пиломатериалы осуществляется развально-сегментным или развально-секторным способами (рис. 1).

При развально-сегментном способе распиловки в первом проходе из средней части бревна получают несколько необрезных досок и из периферии два сегмента. Затем сегменты раскраивают на односторонние обрезные доски радиальной распиловки.



а) развально-сегментный; б) развально-секторный.

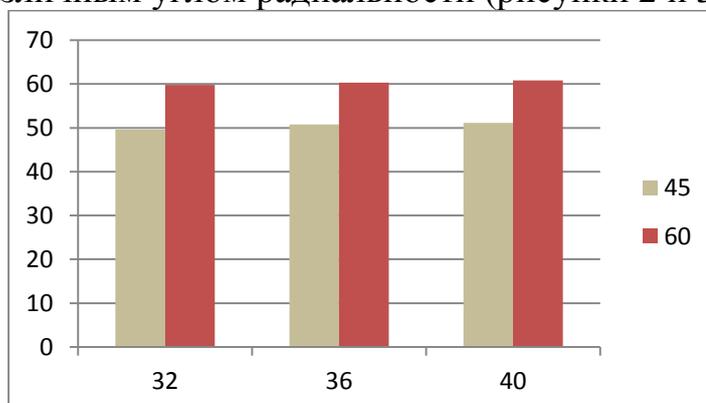
**Рисунок 1 – Способы распиловки бревен:**

Развально-секторный способ распиловки характеризуется тем, что с распиловкой бревна на секторы из его средней части выпиливают одну или несколько необрезных досок, затем распиливаются на секторы, а затем каждый сектор распиливается на пиломатериалы.

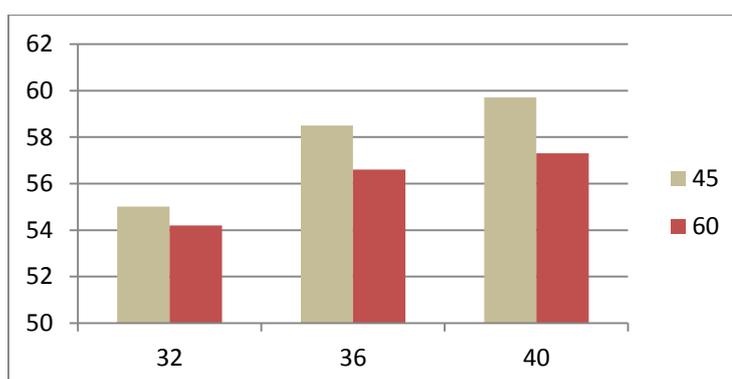
Был произведен расчет распиловки бревен диаметрами 32, 36 и 40 см развально-сегментным и секторным способом на радиальные

пиломатериалы толщиной 16, 27, 32 и 44 мм с углом радиальности 45° и 60° [2, 3].

Приведены гистограммы объемного выхода радиальных пиломатериалов с различным углом радиальности (рисунки 2 и 3).



**Рисунок 2 – Объемный выход радиальных пиломатериалов при секторном способе распиловки бревен**



**Рисунок 3 – Объемный выход радиальных пиломатериалов при развально-сегментном способе распиловки бревен**

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что при получении досок с углом радиальности 45° целесообразнее использовать развально-сегментный способ распиловки бревен. А для получения досок с углом радиальности 60° более приемлем секторный способ распиловки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Волынский В. Н. Первичная обработка пиломатериалов на лесопильных предприятиях /В.Н. Волынский, С.Н. Пластинин – М., «Риэл-пресс», 2005. – 256 с.
2. Янушкевич А.А. Раскрой бревен на радиальные пиломатериалы – Минск: БГТУ, 1998 – Вып. IV – с. 94-99.
3. Янушкевич А.А. Технология лесопильного производства. Курсовое и дипломное проектирование – Минск, 2015 – с. 21-25.

УДК 620.97

Студ. А. Э. Козырина,

Науч. рук. доц. А. Б. Сухоцкий

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

## **ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ В ФРИТТОВАРОЧНОЙ ПЕЧИ**

Стеклянные фритты используются в качестве сырьевого материала в производстве керамической глазури (стеклообразного покрытия, накладываемого на керамическую поверхность).

Фриттованные глазури состоят из материалов, частично или полностью растворимых в воде (бура, сода, поташ, борная кислота и др.). Эти компоненты предварительно сплавляют (фриттуют) при температуре 1200...1300 °С в специальных фриттоварочных печах с последующим охлаждением расплавленного стекла в проточной воде. Плавку фритты ведут преимущественно во вращающихся барабанных печах периодического и в ваннных печах непрерывного действия.

Фриттоварочная ванная печь непрерывного действия – современный тепловой агрегат для приготовления фритты, так как улучшается качество готового продукта, вследствие более равномерного провара и большей однородности состава фритты. Приготовленная шихтовая смесь из бункера через загрузочное окно подается в варочное пространство ванной печи. За счет теплоты сжигания газа в горелках шихта при 1300-1450°С плавится, перетекает в выработочную часть и через окно сливается в наполненный проточной водой металлический резервуар-гранулятор. Далее охлажденная гранулированная шихта подается в бункеры запаса.

После рекуперативного теплообменника фриттоварочной печи дымовые газы с объемным расходом  $V_{д.г.} = 4820 \text{ м}^3/\text{ч}$  выбрасываются в трубу с температурой  $t_{д.г.} = 500 \text{ °С}$ , при этом теплоту газов можно использовать для горячего водоснабжения и отопления путем установки кожухотрубного теплообменного аппарата фирмы «Техно парк». Допустимая температура подачи отходящих газов для теплообменника ТКГ ( $D_{вн}$  кожуха до 1200 мм, материал изготовления - сталь М1, давление в кожухе и трубах  $P$  от 1 до 4 МПа)  $t_{доп.} = 350 \text{ °С}$ , наибольшая допускаемая разность температур труб и кожуха 60°С. Учитывая разность температур отходящих газов от печи и на входе в теплообменник ( $t_{н1} = 140,1291 \text{ °С}$ ), необходимо подмешивать уходящие газы с воздухом при помощи дутьевого вентилятора [1, 2]. При среднегодовой температуре наружного воздуха для г. Минска  $t = + 6,7 \text{ °С}$  при разбавлении отходящих газов воздухом для подачи в теплообменник необходимо  $13000 \text{ м}^3/\text{ч}$  воздуха. Следовательно новый расход дымовых газов  $V_1 =$

17820 м<sup>3</sup>/ч. Температура поступающей в ТА воды 5°С, температура воды на выходе из ТА 75°С используется для технологических нужд производства и системы хозяйственно-бытового горячего водоснабжения [3].

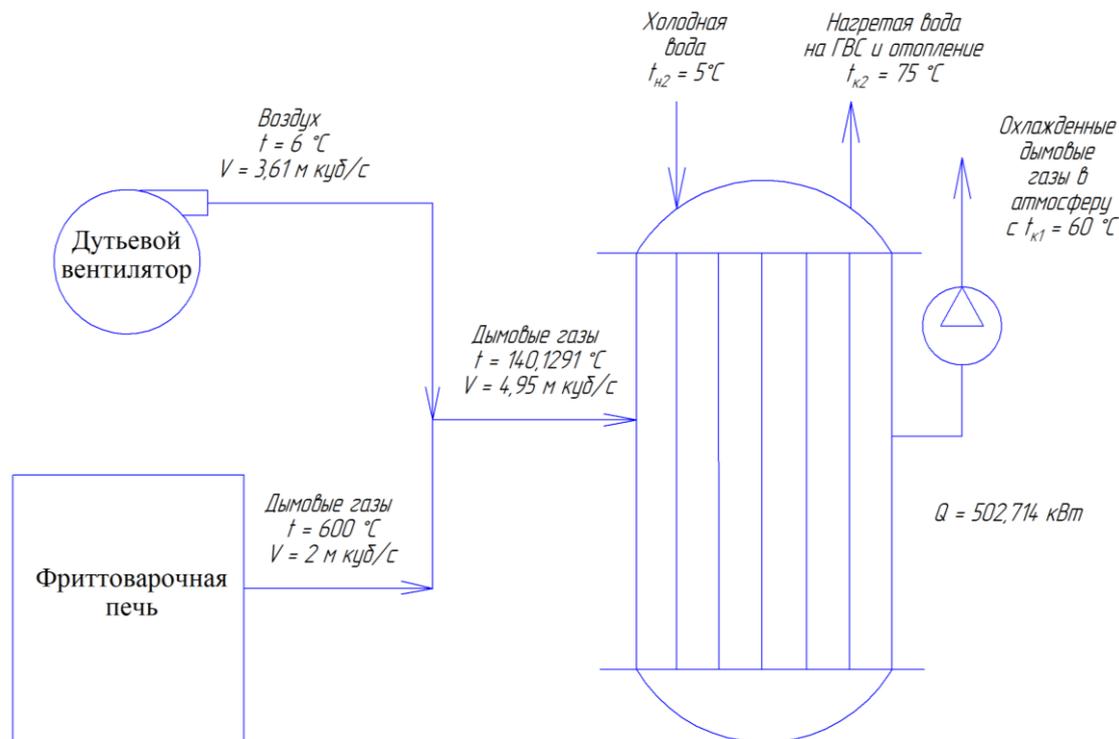


Рисунок 1– Технологическая схема утилизации тепла

Таким образом, после теплового расчета [3], выбираем четырех-ходовой кожухотрубный теплообменник с температурным компенсатором со следующими техническими характеристиками: поверхность теплообмена  $F = 50,4\text{ м}^2$ , диаметр труб  $d = 25 \times 2\text{ мм}$ , общее число труб  $n = 214\text{ шт}$ , длина труб  $L = 3\text{ м}$ ,  $d_{нар}\text{ кожуха} = 630\text{ мм}$ ,  $d_{вн}\text{ кожуха} = 600\text{ мм}$ , давление в трубах и кожухе  $P = 1,6\text{ МПа}$ , масса ТА  $m = 2760\text{ кг}$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов, О. В. Использование вторичных энергетических ресурсов / О. Л. Данилов, В. А. Мунц. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. – 154 с.
2. Хараз, Д. И. Пути использования вторичных энергоресурсов в химических производствах / Д. И. Хараз, Б. И. Псахис. – М.: Химия, 1984. – 224 с.
3. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов / под ред. О. Л. Данилова, П. А. Костюченко. – М.: ТОГУ, 2006. – 668 с.

УДК 674.048.3

Студ. Концевой А.А

Науч. рук. доц. Снопков В.Б

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

## ОГНЕБИОЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА И СПОСОБЫ ИХ НАНЕСЕНИЯ

Древесина является материалом который может подвергнуться атаке разрушающих и окрашивающих биологических организмов, а также возгоранию. Для увеличения срока эксплуатации древесных материалов используются различные защитные средства.

Защитные средства для древесины по направленности их действия разделяют на антисептики, антипирены и защитные средства комбинированного действия. Антисептиками называют защитные средства, предохраняющие древесину от биологического разрушения. Антипирены – защитные средства, предохраняющие древесину от возгорания. Защитные средства комбинированного действия защищают древесину одновременно от двух и более неблагоприятных воздействий.

По числу компонентов защитные средства делят на однокомпонентные и многокомпонентные. Многокомпонентные средства защиты могут быть рецептурными и препаратами. Рецептурные готовятся из нескольких химических веществ непосредственно на месте использования. Препараты – готовые формы, поставляемые предприятиями-изготовителями.

По вымываемости из древесины защитные средства делят на легковымываемые (обозначение по ГОСТ 20022.2-80 – ЛВ), вымываемые (В), трудновымываемые (ТВ) и невымываемые (НВ).

По растворимости средства защиты для древесины различают: водорастворимые (ВР), органикорастворимые, (Л), масла, а также вещества, растворимые в маслах и тяжелых нефтепродуктах (М).

ГОСТ 20022.6-93 устанавливает способы пропитки, приведенные в таблице.

**Таблица 1– Способы пропитки**

Способ пропитки	Варианты исполнения способа пропитки	Обозначение
1	2	3
<i>Способы капиллярной пропитки</i>		
1. Нанесение защитного средства на поверхность	1.1. Погружение (индекс в обозначении указывает продолжительность погружения)	НП <sub>п</sub>
	1.2. Нанесение кистью (индекс указывает кратность обработки)	НК <sub>к</sub>

Окончание таблицы 1

1	2	3
	1.3. Опрыскивание (индекс указывает кратность обработки)	НО <sub>к</sub>
2. Вымачивание	Индекс в обозначении указывает продолжительность выдержки в часах	В <sub>п</sub>
3. Панельная пропитка	Индекс указывает продолжительность выдержки в сутках	П <sub>п</sub>
<i>Способы пропитки под давлением</i>		
4. Пропитка по способу прогрев – холодная ванна	4.1. Прогрев древесины осуществляется в горячем растворе защитного средства, после чего следует выдержка прогретой древесины в холодном растворе	ПВ
	4.2. Выдержка древесины в холодном растворе защитного средства следует после прогрева ее паром	ППВ
5. Автоклавная пропитка	5.1. Пропитка способом вакуум – атмосферное давление – вакуум	ВАДВ
	5.2. Пропитка способом давление – вакуум	ДВ
	5.3. То же с предпропиточным накалыванием древесины	ДВ-Н
	5.4. Пропитка способом вакуум – давление – вакуум	ВДВ
	5.5. То же с предпропиточным накалыванием древесины	ВДВ-Н
	5.6. Пропитка способом давление – давление – вакуум	ДДВ
	5.7. То же с предпропиточным накалыванием древесины	ДДВ-Н
<i>Способы диффузионной пропитки</i>		
6. Диффузионная пропитка	6.1. Нанесение защитного средства на поверхность сортиментов (изделий) – диффузионная выдержка	НОБ-Дв
	6.2. Нанесение защитного средства на поверхность – гидроизоляция	НОБ-Г
	6.3. Нанесение защитного средства на поверхность без диффузионной выдержки	НОБ
	6.4. Пропитка бандажированием	Б

Наибольшее распространение получил способ пропитки вымачиванием в горяче-холодных ваннах, т.к он довольно прост, не требует специальных автоклавов для создания различного давления, менее трудоемок, контакт рабочих с пропиточными составами минимален и достигается необходимая глубина пропитки эксплуатируемой древесины даже для домостроения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Снопков, В. Б. Гидротермическая обработка и защита древесины. Примеры и задачи: учеб. - Минск: БГТУ, 2005. - 240 с.

УДК 674.048

Студ. Д. В. Корогвич

Науч. рук. к.т.н. П. А. Протас

(кафедра лесных машин и технологии лесозаготовок, БГТУ)

## **АНАЛИЗ СПОСОБОВ И ПРИЕМОВ РАЗРАБОТКИ ЗАБОЛОЧЕННЫХ ЛЕСОСЕК В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Часть спелой древесины на заболоченной территории в Республике Беларусь лесозаготовители не в состоянии забрать по ряду причин. Исходя из этой проблемы, существует ощутимая потребность в специализированном подходе при разработке труднодоступных лесосек. Выполненный анализ способов и приемов разработки заболоченных лесосек позволил установить наиболее эффективные и перспективные из них:

- освоение лесосек с помощью канатных установок;
- учет сезонности, как главного фактора в заготовке древесины на болотах;
- армирование волоков лесосечными отходами;
- разработка лесосек с помощью гусеничных машин или форвардерами с гусеничным тандемом.

В Беларуси имеется опыт заготовки древесины канатными установками LARIX 3T. Апробацию также проходит отечественная канатная установка МТК-431, внедрение которой позволит обеспечить заготовку древесины на грунтах III и IV типов местности.

Рассматривая фактор сезонности, можно отметить, что до 30–50% заболоченного лесфонда можно эффективно осваивать даже колесными машинами в сухое лето или зимой, когда почвогрунт промерзает. Однако лучший результат достигается зимой при устойчивых отрицательных температурах  $-10^{\circ}\text{C}$  в течение 2 недель.

Для уменьшения давления колесного движителя на почвогрунт можно использовать армирование волоков лесосечными отходами, что также снижает трудозатраты на последующую очистку лесосек.

Комбинированный движитель с установленными на колесах тандемной тележки съемными гусеницами применяется для обеспечения возможности работы колесных лесных машин на заболоченных лесосеках за счет снижения давления на грунт и повышения коэффициента сцепления движителя с почвогрунтом.

Внедрение предложенных способов позволит повысить степень освоения заболоченного лесфонда, однако их выбор должен проводиться на основании технико-экономических расчетов.

УДК 621.182

Студ. А. Е. Костеневич,

Науч. рук. доц. А. Б. Сухоцкий

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

### **ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО КОТЛА НА МЕСТНЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА**

Предприятия пищевой промышленности являются крупными потребителями топливно-энергетических ресурсов. Поэтому перед ними стоит актуальная задача по экономии энергии. Замена топлив на лузгу позволит утилизировать ее непосредственно на перерабатывающих предприятиях, что позволит снизить себестоимость энергии.

Одним из таких предприятий является ОАО «Слуцкий комбинат хлебопродуктов», который специализируется на переработке продуктов растениеводства (зерновые культуры) и изготовления из них муки, круп и другой продукции. В связи с тем, что на комбинате образуется большое количество отходов зернолущения, которые вывозятся на свалку, целесообразно строительство котельной, работающей на данных отходах с установкой двух твердотопливных водогрейных котлов типа К 500-М-1 литовской фирмы «KALVIS». Котлы оборудованы механизированной подачей топлива и золоудалением, барабанные, жаротрубные, четырехходовые, мощностью 500 кВт каждый. Преимущества данных котлов: 1) автоматическая система устранения золы; 2) топка с подвижными колосниками; 3) возможность использовать разное топливо: щепу, опилки, опилочные, торфяные или гранулы других видов, торфокрошку, зерно, зерноотходы; 4) конструкция котла обеспечивает удобство транспортировки и монтажа, чистки и ремонта; 5) автоматическая поддержка тяги в топке; 6) высокие экологические показатели.

Лузга, как топливо, имеет небольшую зольность и влажность, низкое содержание серы, большой выход летучих ( $\approx 80\%$ ), относительно однородный фракционный состав. Преимущества ее использования в относительно низкой себестоимости и отсутствии операций по подготовке топлива, экологической чистоте (не требуется сероочистка, облегчаются условия работы фильтров), независимости от поставщиков топлива, высокой степени автоматизации процессов сжигания, возможности использования зольного остатка в качестве минерального удобрения. Лузга может удовлетворительно сжигаться в факельно-слоевых и шахтных топках при низком форсировании топочного процесса, что пригодно для котлов малой мощности или возможно при 1,5-3 кратном снижении паропроизводительности котлов средней мощности. Большой вынос легких парусных частиц лузги требует их надежного удержания в топке в процессе сжигания. Из-за забивания золой, как правило, в котлах от-

ключают хвостовые поверхности нагрева, что снижает экономичность котлов. В отличие от ископаемого топлива отходы зернолушения сложно перерабатывать, хранить и особенно транспортировать.

Элементарный состав рабочей массы топлива содержит следующие массовые доли:  $W^p=15\%$ ,  $A^p=3\%$ ,  $C^p=41,14\%$ ,  $H^p=4,99\%$ ,  $N^p=0,49\%$ ,  $S^p=0,1\%$ ,  $O^p=35,28\%$ . Коэффициент избытка воздуха в топке  $\alpha_m=2,5$  обеспечивает избыточную подачу дутья и низкотемпературное сжигание топлива, что исключает образование легкоплавкой золы, ее спекание, расплавление, и, как следствие, шлакование и интенсивный износ поверхностей нагрева. Низшая теплота сгорания рабочей массы топлива составляет  $Q_{н^p}=14,915$  МДж/кг. Температура в топке  $879,8$  °С. Действительное количество воздуха при сгорании топлива  $V_v=9,79$  м<sup>3</sup>/кг. Объем уходящих дымовых газов равен  $V_g=10,77$  м<sup>3</sup>/кг. КПД брутто котельного агрегата по методу обратного теплового баланса равен  $\eta_{к.а.}^{бp}=80,5\%$ . Установленная мощность каждого водогрейного котла  $Q_{в.к.}=500$  кВт.

Для оценки целесообразности реализации проекта значимым является сравнение двух вариантов теплоснабжения: от централизованного источника и от собственной котельной. Ежегодные расходы предприятия на нужды отопления составляют 183027,18 рублей. Эксплуатационные расходы на котельную в год оцениваются в 118574,2 рублей. Тогда ежегодная экономия денежных средств от использования собственной котельной на предприятии составит 64452,98 рублей. Капитальные вложения в проект зависят от стоимости оборудования, проектных, строительно-монтажных и пуско-наладочных работ и составляют в данном случае  $K=337709,35$  рублей. Отсюда простой срок окупаемости проекта составит 5,24 года. С учетом дисконтирования динамический срок окупаемости составит 10,1 года.

Представленные данные наглядно свидетельствуют об эффективности утилизации отходов зернолушения с целью получения тепла на ОАО «Слуцкий комбинат хлебопродуктов».

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Горбатенко, В. Я. Топочное устройство для сжигания лузги / В. Я. Горбатенко, Е. А. Данилин, М. В. Колосов // Сб. науч. тр./ Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт». – Харьков, 2007. – Вып. 2: Энергетические и теплотенические процессы и оборудование.– С. 159-163.

2 Эстеркин, Р. И. Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие для техникумов / Р. И. Эстеркин. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1989. – 280 с.

УДК 648.04

Студ. А. А. Кулик

Науч. рук. к.т.н. И. К. Божелко

(кафедра технологи и деревообрабатывающих производств, БГТУ)

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОПИТКИ ДРЕВЕСИНЫ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Наиболее распространёнными методами определения качества пропитки древесины являются: химический метод определения содержания меди в древесине, определение качества пропитки буравчиком, определение качества пропитки индикаторами и определение меди в древесине рентгенофлуоресцентным методом.

В химическом методе для определения содержания меди в древесине, необходимо измельчать пропитанные образцы и выдерживать в азотной и серной кислоте. После чего добавляют соляную кислоту, этиловый спирт, гидроокись натрия и йодистый калий. Затем выделившийся йод оттитровывают тиосульфатом натрия, добавляя в конце титрования раствор крахмала. Далее рассчитывают содержание меди в древесине. Химический метод определения меди в древесине не является точным и на его проведение необходимо затрачивать немало времени [1].

Наиболее быстрый, неразрушающий и точный метод исследования – это метод рентгеновской флуоресценции.

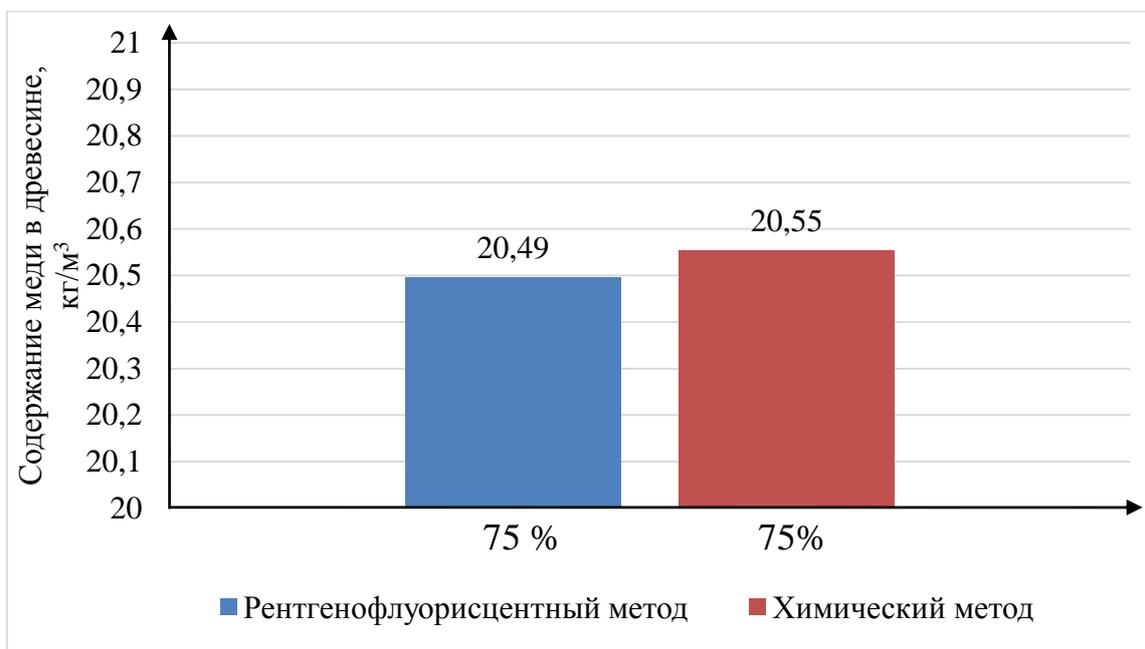
Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) – один из современных спектроскопических методов исследования, позволяющий определять содержание в образце элементов от бериллия до урана. РФА является неразрушающим и позволяет анализировать образцы различного вида (сплошные твердые, порошки, жидкости). К достоинствам данного метода относятся возможность одновременного определения большого числа элементов и отсутствие необходимости предварительного измельчения образцов. Недостатки метода – дорогостоящий прибор, результаты измерений зависят от качества поверхности образца и присутствия других элементов [2].

Для определения меди в пропитанной древесине антисептиком Tanalith E 3492 были использованы химический анализ и рентгенофлуоресцентный метод. Для полученных опытных значений проведена статическая обработка, решена задача неопределённости, так же найдена погрешность результатов химического и рентгенофлуоресцентного методов. Был построен график сравнения химического и рентгенофлуоресцентного методов при концентрации растворов 75 %.

Исходя из полученных расчётов и построенных графиков делаем вывод, что погрешность составила 0,469 %, что меньше 5 %. Сред-

ная ошибка измерений составила 0,179 и 0,178 %, относительная точность 2,22 и 2,24 %. Полученные результаты достоверны.

Сравнение химического и рентгенофлуоресцентного методов при концентрации растворов 75 % представлено на рисунке.



**Рисунок 1– Сравнение химического и рентгенофлуоресцентного методов при концентрации растворов 75 %**

Наиболее эффективным методом на сегодняшний день является метод определения медь-содержащего антисептика в пропитываемой древесине. Это значит, что целесообразно вести анализ по определению меди. Таким образом, разработанная методика рентгенофлуоресцентного анализа корректна и соответствует ГОСТ 16713-71. Полученные результаты двух методов сопоставимы и достоверны. Рентгенофлуоресцентный метод определения меди в древесине может применяться для определения качества пропитки древесины в деревообработке и других отраслях промышленности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 16713-71 «Защитные средства для древесины. Методы испытаний на устойчивость к вымыванию».
2. Е.М. Кашина, А.В. Малков, К.Г. Определение содержания металлов в древесине методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии.

УДК 674.047

Студ. О. В. Кулинич

Науч. рук. доц. Н. В. Мазаник

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ ОТ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ**

Древесина остается одним из наиболее популярных материалов индустриальной эпохи. Она стабильно удерживает ведущие позиции в области одноэтажного домостроения, является абсолютным лидером среди материалов, используемых в производстве мебели, широко применяется при изготовлении стеновых и напольных покрытий, столярных изделий. Древесина отличается широчайшим спектром текстуры и цвета, обладает высокой прочностью при относительно низкой плотности, легко обрабатывается, обладает отличными звуко- и теплоизоляционными свойствами.

Однако главной причиной приверженности человека к деревянным изделиям является их «экологичность», а так же то, что лес – возобновляемый, а значит неисчерпаемый источник сырья.

В то же время предрасположенность к биологическому поражению диктует необходимость защиты древесины при ее использовании человеком. Методы защиты выбираются с учетом видовой принадлежности потенциально опасных организмов, доминирующих в районе использования материала, его назначения и условий эксплуатации. Основным фактором биопоражения древесины в Республике Беларусь являются плесневые, деревоокрашивающие и дереворазрушающие грибы.

Необходимость проведения защитных мероприятий возникает уже на этапе хранения круглого леса на складе деревообрабатывающего предприятия. Отсутствие мер защиты ведет к развитию так называемой «синевы», существенно снижающей сорт будущей пилопродукции и делающей кряжи непригодными для фанерного производства. Одним из наиболее популярных в Республике Беларусь способов хранения, обеспечивающих поддержание влажности древесины на очень высоком уровне, препятствующем развитию грибов, является дождевание.

Одной из немаловажных проблем является защита пилопродукции. Для снижения влажности древесины ниже уровня, приемлемого для развития грибов, широко применяется камерная сушка пиломатериалов. Фунгициды широко применяются для защиты сырой древесины при ее транспортировке. Как известно, любой фунгицид по определению является ядом, веществом, токсичным по отношению к гри-

бам. Повышение требований по безопасности лакокрасочных материалов и антисептиков во всем мире привело к тому, что в последние годы резко возрос интерес к веществам природного происхождения, не токсичным, а порой даже благотворно влияющим на человека и окружающую среду.

Большой интерес с точки зрения ингибирования роста грибов на древесине представляют их естественные антагонисты, например несовершенные микромицеты рода *Trichoderma*. Также имеются сведения о положительных результатах апробации препаратов на основе *Trichoderma* для защиты круглого леса. В результате был поставлен эксперимент, в котором оценивалось влияние обработки препаратами, один из которых содержал споро-мицелиальную массу гриба *Trichoderma harzianum*, а второй – *Trichoderma lignorum*, на показатели поражения образцов древесины плесневыми и деревоокрашивающими грибами.

В качестве опытных образцов использовались свежераспиленные образцы сосны размером 75×55×10 мм со средней влажностью 93,4%. Для испытания эффективности защиты каждым видом суспензии использовали 18 образцов. Образцы обрабатывались путем распыления препарата грибов-антагонистов на их поверхность. Обработанные образцы распределялись на 3 равные группы по 6 образцов. Каждая из групп предназначалась для испытания эффективности защиты древесины по отношению к определенной тест-группе плесневых и деревоокрашивающих грибов. В качестве тест-культур применяли грибы, которые были определены как доминирующие при поражении пиломатериалов на складах сырых пиломатериалов деревообрабатывающих предприятий Республики Беларусь. При анализе результатов эксперимента защищающая способность препаратов оценивалась по уменьшению площади поверхности, пораженной деревоокрашивающими грибами, по сравнению с контрольными образцами, а также по показателям угнетения развития патогенных грибов.

Результаты эксперимента. Если исключить факт развития самих грибов-антагонистов, результаты испытания могут быть признаны весьма успешными. Несмотря на высокую степень обрастания образцов, достигавшую 85% в случае использования препарата *Trichoderma harzianum* и 66% в случае *Trichoderma lignorum*, данные грибы-антагонисты в основном подавили развитие других несовершенных микромицетов. При этом необходимо учитывать тот факт, что грибы рода *Trichoderma* окрашивают поверхность древесины в зелено-желтый цвет, который становится менее заметным при последующей сушке пиломатериалов.

УДК\*674.048

Студ. М.Г.Ланцевич

Науч. рук. к.т.н. А.О. Германович

(кафедра лесных машин и технологий лесозаготовок, БГТУ)

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРЕЛЕВОЧНОЙ МАШИНЫ НА БАЗЕ «МТЗ»**

Лесозаготовительная промышленность относится к важнейшим добывающим отраслям народного хозяйства. Основная продукция лесозаготовительной промышленности круглые лесоматериалы и изделия их переработки.

Получение готовой продукции связано с выполнением определенного технологического процесса. Технологический процесс лесозаготовительного предприятия весьма сложен и протекает в разнообразных условиях, что вызывает необходимость создания специального оборудования для заготовки и транспортировки лесоматериалов.

Трелевочная машина будет использоваться для транспортировки по лесосеке сортиментов или хлыстов, в зависимости от способа заготовки. Эта задача будет решена путем применения технологического оборудования, что позволит использовать одну машину для выполнения различных видов работ. Машина будет использоваться преимущественно в равнинных и слабохолмистых районах, в т.ч. на грунтах с низкой несущей способностью.

Эффективность лесозаготовительного производства во многом зависит от уровня технического оснащения отрасли. Программа технического перевооружения лесозаготовительной промышленности предусматривает дальнейшее повышение уровня механизации, механизации и автоматизации технологического процесса. Одним из направлений при решении этой задачи является не только совершенствование применяемого оборудования, но и создание новых машин и механизмов. В качестве базового шасси проектируемой машины принимаем МЛ-131. Данная база выбрана, как предпочтительная, так как использование колесной формулы 6К6 повышает проходимость машины, при этом снижается давление на грунт, что благоприятно сказывается на почвенном покрове.

С применением гидрозажимного коника на трелевочной машине МЛ-131 появляется возможность транспортировки сортиментов или хлыстов на одной машине, это позволяет уменьшить затраты.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Жуков А.В., Теория лесных машин.- Мн. БГТУ, 2001 г.
2. Жуков А.В., Основы проектирования лесных машин, 1995 г.

УДК 674.053:621.934

Студ. М. Н. Лапич, Т. А. Машорипова

Науч. рук. ст. преп. А. Ф. Аникеенко

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов, БГТУ)

## **УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОТВОДА СТРУЖКИ НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ**

Операция сверления является одной из наиболее сложных и трудоёмких операций при обработке глубоких отверстий.

Сложность этой операции заключается в следующем:

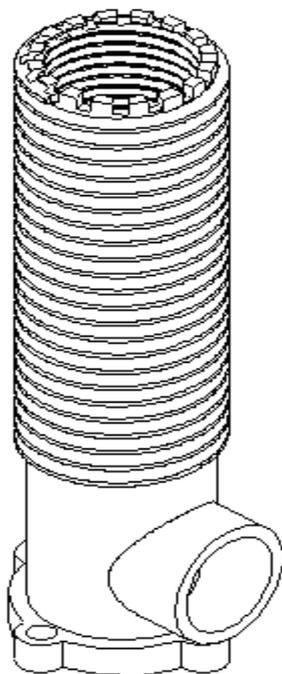
1. Отсутствие возможности наблюдения за состоянием инструмента в процессе сверления.

2. Резание происходит в неблагоприятных условиях и удаление большой массы стружки из отверстия затруднено.

3. При сверлении возникают высокие усилия резания.

В настоящей работе рассматривается конструкция устройства для отвода стружки на сверлильном станке, которая позволит достигнуть наилучшего качества обработки отверстия, а также меньшему износу инструмента, позволит сократить время для подготовки оборудования к работе и соответственно увеличить его производительность. Устройство представляет собой гофрированный кожух, выполненный из силиконовой резины, который крепится на шпиндель станка с инструментом.

Конструкция устройства представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Общий вид устройства**

Скорость всасывания стружки определяется по формуле:

$$V_B = \sqrt{\frac{2m \cdot g}{c \cdot F \cdot \rho_B}}, \quad (1)$$

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$m$  – масса частицы, кг;

$c$  – коэффициент сопротивления зависящий от критерия Рейнольдса;

$F$  – площадь проекции тела на плоскость, перпендикулярную вектору скорости, м<sup>2</sup>;

$\rho_B$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>

Учитывая, что  $g = 9.81$  м/с<sup>2</sup>,  $\rho_B = 1.2$  кг/м<sup>3</sup>,  $m = V \cdot \rho_M$ , кг,  $F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ , м<sup>2</sup> то формула примет вид:

$$V_B = 3,6 \sqrt{\frac{d \cdot \rho_M}{c \cdot \rho_B}}, \quad (2)$$

где  $d$  – диаметр частицы, м;

$\rho_M$  – плотность материала, кг/м<sup>3</sup>.

#### **Выводы:**

- Данная конструкция позволяет сократить время на подготовку станка к работе.

- Простота конструкции и применение стандартных составляющих влечет за собой не высокие затраты на его изготовление и эксплуатацию.

- Устройство позволяет достигнуть высокого качества обработки.

- Способствует меньшему износу инструмента.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Бурносков, Н. В. Проектирование и производство деревообрабатывающего оборудования. Лабораторный практикум: учеб.-метод. Пособие для студентов специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» специализации 1-36 05 01 03 «Машины и механизмы лесной и деревообрабатывающей промышленности» / Н. В. Бурносков, С. А. Гриневич. Минск: БГТУ, 2008. – 126 с.

2. Янушкевич, А. А. Производственное обучение по деревообработке: учебное пособие для студентов специальности "Профессиональное обучение (деревообработка)" вузов / А. А. Янушкевич, С. В. Шетько, Ю. В. Жданович. - Минск: БГТУ, 2006. - 186 с.

УДК 621.18

Студ. Н. А. Матюшевская

Науч. рук. д.т.н., проф. В. И. Володин

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ПАРОВОГО КОТЛА ТЭЦ**

В данной работе рассматриваются мероприятия по повышению эффективности парового котла БКЗ-75-39 ФБ Барановичской ТЭЦ. Первоначально паровой котёл БКЗ-75-39 ФБ Белгородского котлостроительного завода был спроектирован для работы на фрезерном торфе и введен в эксплуатацию в 1963 году. В начале 80-х годов котёл был модернизирован. В настоящее время в качестве основного топлива используется природный газ, а резервного – мазут.

Схема исследуемого парового котла БКЗ-75-39 ФБ однобарабанного с естественной циркуляцией и П-образной компоновкой дана



**Схема парового котла БКЗ-75-39 ФБ**

на рисунке. Топка котла экранирована. Двухступенчатый конвективный пароперегреватель находится в горизонтальном газоходе и имеет прямоточную схему включения. Регулирование

температуры пара осуществляется поверхностным пароохладителем, установленным между ступенями пароперегревателя. Охлаждение пара в пароохладителе осуществляется питательной водой. В конвективной шахте котла в рассечку расположены двухступенчатые воздухоподогреватель и водяной экономайзер.

На котле установлен один дымосос двухстороннего всасывания типа Д-20×2 (производительность 18500 м<sup>3</sup>/ч, напор 258 мм.вд.ст., мощность электродвигателя 250 кВт, частота вращения 750 об/мин) и один дутьевой вентилятор типа ВД-18 (производительность 95300 м<sup>3</sup>/ч, напор 440 мм.вд.ст., мощность электродвигателя 250 кВт, частотой вращения 735 об/мин).

Для предварительного подогрева воздуха при сжигании мазута на котле установлен паровой энергетический калорифер типа СО-110.

Проектные параметры котла характеризуются следующими показателями:

- паропроизводительность 75 т/ч;
- давление перегретого пара 3,6 МПа;
- температура перегретого пара 440°C;
- температура питательной воды 102°C при работе на газе (150°C при работе на мазуте).
- КПД брутто 93,5%.

После длительной эксплуатации котел стал работать на сниженных параметрах с паропроизводительностью 54 т/ч; давлением перегретого пара 3,55 МПа и температурой 435°C.

Для выяснения причин ухудшения работы котла были проведены испытания, в период которых на котле сжигался природный газ с теплотой сгорания 33,84 МДж/м<sup>3</sup>. Были подозрения на существенные потери через обмуровку.

Для их обнаружения использовался тепловизионный метод диагностики [1], который существенно упрощает получение данных о состоянии обмуровки котла, по сравнению с ранее используемыми методами на основе применения тепломеров или термощупов [2]. В процессе тепловизионного обследования было выявлено, что в ряде мест наружные поверхности котла имеют температуру выше допустимой 45°C. При увеличении разности температур наружных поверхностей и окружающего воздуха возрастают потери тепла через ограждающие конструкции, которые составили 1,09%. В области трещин наблюдалось снижение температуры обмуровки из-за присосов воздуха.

Проведение ремонтных работ с заменой старой обмуровки, заделкой трещин в обмуровке котла, устранением неплотностей притворов смотровых лючков и в газоходах котла позволили снизить тепловые потери и перерасход используемого топлива. Параметры котла стали практически соответствовать проектным и составили: паропроизводительность 74 т/ч, давление перегретого пара 3,75 МПа, температура перегретого пара 445°C.

После проведения всех работ по повышению теплотехнических характеристик котла его КПД брутто достиг 93,83%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Тюлюканов, В. Д. Тепловизионная диагностика как универсальный способ контроля состояния различных объектов // *Новости теплоснабжения*. – 2010. – № 3.
2. Трёмбовля, В. И. Теплотехнические испытания котельных установок / В.И. Трёмбовля, Е. Д. Фигнер, А. А. Авдеева. – М., Энергия, 1977.

Маг. А. Н. Матяс

Науч. рук., доц. С. А. Гриневич

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов, БГТУ)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАТЯЖЕНИЯ КЛИНОРЕМЕННЫХ ПЕРЕДАЧ НА МОЩНОСТЬ ХОЛОСТОГО ХОДА В ПРИВОДАХ РЕЗАНИЯ ФРЕЗЕРНЫХ ДЕРЕВОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Для построения нагрузочной диаграммы и правильного подбора электродвигателя привода резания необходимо знать затраты мощности как при выполнении технологических операций так и потери мощности на холостом ходу. Неверный подбор двигателя может привести к необоснованным потерям мощности.

Установлено, что существующие формулы и зависимости для определения мощности холостого хода в приводах резания фрезерных дереворезающих станков не учитывают силы начального натяжения ремней в ременной передаче, поэтому были проведены дополнительные исследования в данной области.

Экспериментальные исследования были проведены на промышленном станке модели ФСШ-1А.10. Станок был дополнительно оснащен цифровым ваттметром ЦП8506/40 и частотным преобразователем VF-S9 фирмы Toshiba. При проведении исследований переменными факторами были приняты: сила натяжения ремня (от 150 до 500 Н.), частота вращения электродвигателя (от 400 до 3200 мин<sup>-1</sup>), передаточное число ременной передачи (0,42; 0,52; 0,68). По полученным в результате проведения экспериментов данным, построены графические зависимости, представленные на рисунках 1-3.

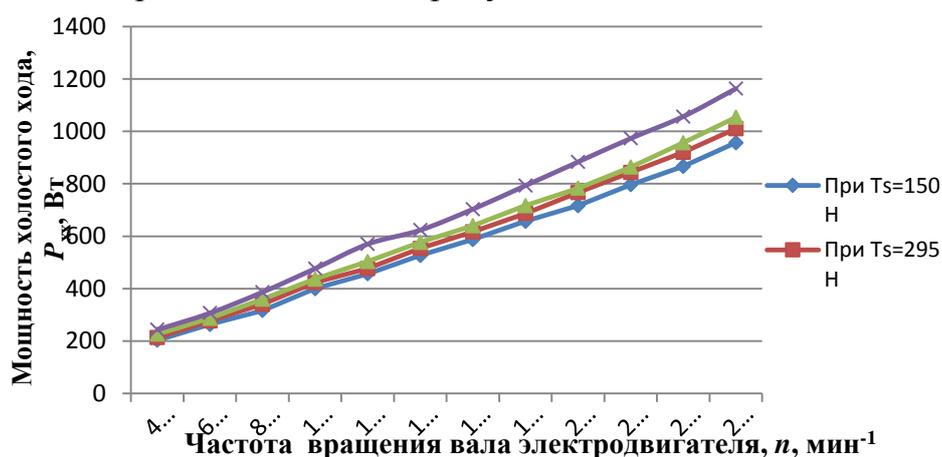


Рисунок 1 – График зависимости мощности холостого от частоты вращения на электродвигателе при  $d_1 = 65$  мм и  $d_2 = 155$  мм

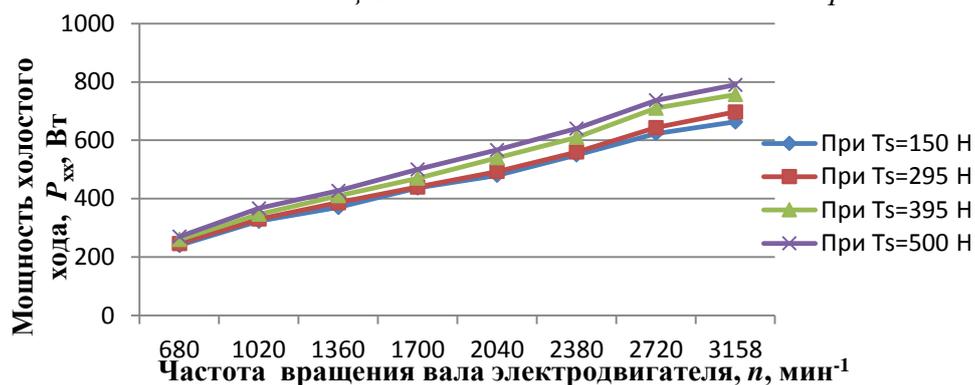


Рисунок 2 – График зависимости мощности холостого от частоты вращения на электродвигателе при  $d_1 = 85$  мм и  $d_2 = 125$  мм

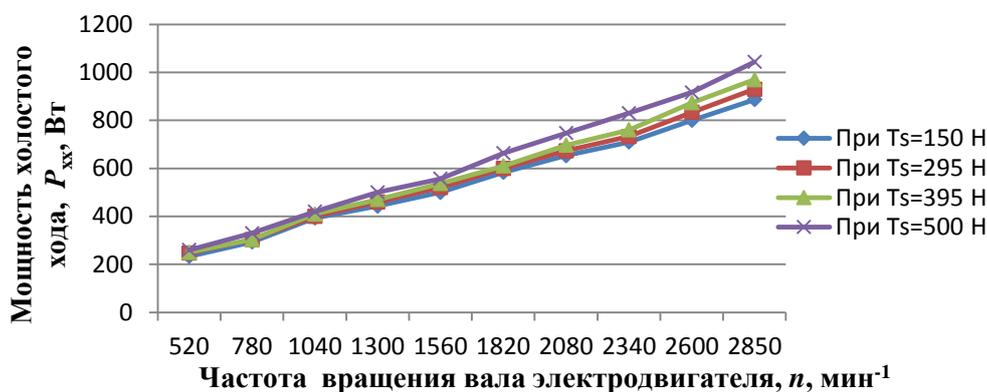


Рисунок 3 – График зависимости мощности холостого от частоты вращения электродвигателе при  $d_1 = 75$  мм и  $d_2 = 145$  мм

**Выводы:** Установлено, что с увеличением натяжения ремня мощность холостого хода увеличивается по зависимости близкой к линейной. При малых частотах влияние натяжения ремня не велико, однако с ростом частоты вращения натяжение ремня становится значительным. Так при частоте 420 мин<sup>-1</sup> разница составила до 40 Вт, а при частоте 3000 мин<sup>-1</sup> – до 200 Вт. Так как на станке может применяться до 8 ремней, то потери могут составить порядка 1,6 кВт.

#### ЛИТЕРАТУРА

3. Гриневич, С. А. Исследование затрат мощности на холостой ход в приводе механизма резания станка Unimat 23 EL / С.А. Гриневич, В. Н. Гаранин // Международный Евразийский Симпозиум «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века» [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://symposium.forest.ru/article.php>. – Дата доступа: 14.06.2016.

4. Кучер, И. М. Металлорежущие станки. Основы конструирования и расчета / И. М. Кучер – Л.: Машиностроение, 1975. – 720 с.

УДК 674.047

Студ. Д. Н. Мейсак

Науч. рук. доц. Н. В. Мазаник

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

## **ПРОИЗВОДСТВО КАМИННЫХ ДРОВ В РБ – АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ**

На протяжении долгого времени камин в доме были признаком богатства и роскоши. Их устанавливали, чтобы подчеркнуть свой социальный статус и, конечно, для создания неповторимого дизайна. Сегодня камин пользуется все большей популярностью у людей, которые выбирают камин для создания уютной и теплой обстановки в доме.

Растопить камин можно различными способами: при помощи газа, жидкого или твердого топлива. Вид топлива зависит от конструкции камина. Большинство каминов приспособлены для работы на твердом топливе. Самыми популярными являются дрова и экобрикеты. В нашей стране наибольшее распространение получили каминные дрова на древесном топливе. Это объясняется доступностью данного вида топлива и традициями нашего народа. Каминные дрова в основном заготавливаются и поставляются в пиленном и колотом виде. Длина поленьев в основном 25 и 33 см. Такие дрова продают в насыпных складометрах или фасуют, и продают по весу. Отопление дома может стать проблемой, если загрузить в печь неподходящие дрова. Особенно это опасно при использовании камина, так как искрящееся бревно может привести даже к пожару. Для отопительных целей желательно, чтобы тепловыделение происходило медленнее, но более продолжительное время, поэтому лучше всего подходят дрова из лиственных пород. Для топки печей и каминов используют преимущественно дрова таких пород, как дуб, ясень, берёза, лещина, тис, боярышник. Меньше подходят для топки дрова хвойных пород, потому что они способствуют образованию смолистых отложений в трубе и имеют низкую теплопроводную способность.

Дрова для топки необходимо тщательно и заранее готовить. Хорошие дрова должны сохнуть не меньше года.

Еще одним важным показателем, который характеризует качество дров для топки камина или печи, является плотность или твердость древесины. Наибольшей теплоотдачей обладает древесина твердых лиственных пород, наименьшей – древесина мягких пород. Каждая порода дерева имеет свою характерную плотность структуры, и чем древесина плотнее, тем дольше она будет гореть, а затем и тлеть в печи. Однако, такие сорта долго загораются, и поэтому с ними

в комплекте необходимо запастись и более легкой древесиной, которую используют для розжига.

Центральным оборудованием в производстве дров являются древокольно-пильные станки (станок компании "Тайфун" типа RCA 380; станок KSS 300; гидравлический древокол PalaxPower 100 S; гидравлический древокол JAPA 700; древокол Professional 2.0 и др.).

Не менее важны для сохранения высоких качеств топлива – правильная их подготовка и обустройство места их складирования в ненастные дни осени и в холодный и снежный зимний период. Большое значение при выборе топлива для камина или печи играет влажность древесины. Именно от влажности в большей мере зависит теплотворная способность дров. Принято считать, что наилучшим образом для топки пригодны дрова с содержанием влаги не более 25%. Поэтому очень важную роль в процессе производства каминных дров играет их сушка. Сушка дров имеет ряд особенностей, связанных с необходимостью максимально ускорить процесс удаления влаги из колотой древесины, плотно уложенной в контейнеры высотой около 2 м. Главным отличием сушки дров от сушки пиломатериалов является более высокая температура сушильного агента, необходимая для увеличения скорости испарения влаги с поверхности дров. Данная цель достигается использованием воздушных теплогенераторов, имеющих температуру воздуха на выходе порядка 120 °С. Основной целью автоматического регулирования влажности сушильного агента является недопущение преждевременного пересыхания внешних слоев колотых дров, из-за чего происходит блокирование доставки тепла к сердцевине поленьев и усложнение удаления оттуда влаги. Кроме того, регулирование влажности сушильного агента способствует соблюдению оптимального баланса между скоростью процесса сушки и затратами топлива в теплогенераторах. Для сушки дров используют следующие сушильные камеры: конвективная сушильная камера производства компании Incorlan (Италия); сушильный комплекс компании GreenPower (Украина); сушильный комплекс СКД-25 (Россия).

На сегодняшний день желающих купить уже готовые, просушенные и расфасованные дрова очень много. Поэтому предприятие по производству каминных дров будет пользоваться высокой популярностью в нашей стране.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Интернет-портал [Электронный ресурс] // Дрова. Особенности горения дров разных пород древесины. Режим доступа: <http://bio.ukrbio.com/ru/articles/3381>.

УДК 579.66

Студ. О.В.Мелешко

Науч. рук., к.т.н. Божелко И.К.

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

## **ДЕРЕВООКРАШИВАЮЩИЕ ГРИБЫ, ПОРАЖАЮЩИЕ ДРЕВЕСИНУ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

На практике часто встречается недооценка степени отрицательного воздействия плесневых и деревоокрашивающих грибов. Огромное количество свежераспиленных сырых пиломатериалов в период их транспортировки, хранения на складе перед сушкой подвергаются микологическому воздействию, что приводит к изменению физико-механических свойств и визуальных характеристик древесины, вследствие чего она даже может исключиться из технологического процесса. Поэтому для обработки древесины используют антисептики, которые обладают высокой токсичностью по отношению к грибам, но безвредны для человека и животных, хорошо проникают в древесину и являются стойкими во времени[1].

Большое разнообразие защитных средств для пилопродукции обусловлено различными условиями ее эксплуатации, разной устойчивостью отдельных видов грибов к токсическим веществам, наличием в стране химических ресурсов, а также требованиями техники безопасности и экономики.

В настоящее время в Республике Беларусь испытания антисептиков по отношению к деревоокрашивающим грибам проводят согласно стандартному методу [2], который включает в себя использование широкого круга грибов разнообразного видового состава. В зависимости от специфики и места применения фунгицидных препаратов видовой состав грибов может изменяться.

Целью данного исследования является выделение и определение видового состава деревоокрашивающих грибов, составление коллекции грибов, поражающих пиломатериалы предприятий в Республике Беларусь для определения устойчивости данных видов к антисептикам.

Деревоокрашивающие грибы представляют собой большую группу эукариотных гетеротрофных организмов, питающихся содержимым отмирающих паренхимных клеток сердцевинных лучей заболони. Они способны поселяться на поверхности древесины, как на субстрате, изменяя при этом окраску за счет выделяемого пигмента, либо за счёт цвета самого мицелия[3].

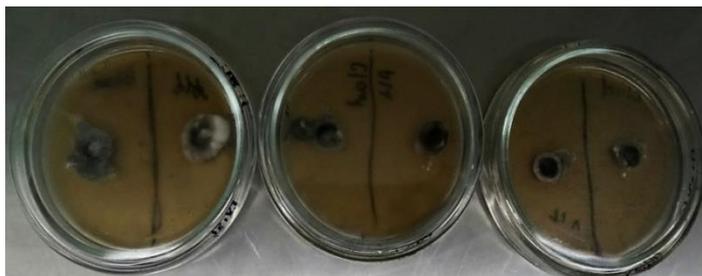
Для выделения чистых культур деревоокрашивающих грибов использовали различные методы: смыва, культивирования образцов древесины в климатической камере, высева образцов почвы на элективную пи-

питательную среду, отбора мицелия путём соскоба с поверхности древесины. Таким образом были выделены чистые культуры, которые использовали в дальнейших испытаниях.

Наличие чистых культур грибов позволило проводить испытания антисептиков в лабораторных условиях и устанавливать степень токсичности защитного средства против того или иного вида гриба.

В дальнейших исследованиях проводилось определение минимальной концентрации антисептика, при которой наблюдалось замедление роста культуры гриба. В качестве ингибиторов был выбран стандартный маслянистый антисептик креозот.

Для исследований использовали «агаровый» метод испытаний, который заключался в том, что в агаризованные питательные среды при их приготовлении вводили антисептик в различных концентрациях. После этого заражали двумя чистыми культурами грибов рода *Alternaria* и *Cladosporium* (рисунок 1) и производили наблюдения, отмечая зависимость скорости и интенсивности развития гриба от концентрации токсичного средства.



**Рисунок 1– «Агаровый» метод**

Исходя из полученных данных, было установлено, что при концентрации антисептика равной 0,1% антисептика в питательной среде, рост исследуемых видов грибов существенно замедляется. Полученные результаты могут использоваться для испытаний токсичности, сравнительной характеристики и выявления наиболее и наименее эффективных антисептиков против деревоокрашивающих и дереворазрушающих грибов, применяемых в промышленных масштабах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Горшин, С.Н. О роли сумчатых и несовершенных грибов в разрушении древесины / С.Н. Горшин, И.Г. Крапивина // Микология и фитопатология. – 1969. – Т. 3. – Вып. 5. – С. 477–480.
2. Средства защитные для древесины. Повидовый метод испытания защищающей способности антисептиков от воздействия деревоокрашивающих и плесневых грибов: ГОСТ 30028.1-93. – Введ.: 01.01.1997.
3. Kirk, P.M. Dictionary of the Fungi / P.M. Kirk, P.F. Cannon, J.C. David. – 9th edition. - CAB International, 2001. – 655 p.

Студ. Н. А. Мороз

Науч. рук. асс. И. И. Веретиков

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРОЧНОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФАНЕРНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Фанера – широко распространенный материал, используемый в строительстве, в мебельном производстве, при изготовлении деревянной тары, в авиа, вагоно- и автомобилестроении, при работе с конструкциями внутри и снаружи помещения.

Прочностные показатели фанерной продукции зависят прежде всего от используемого связующего. В производстве фанеры преимущественно используются карбамидоформальдегидные (КФ) и фенолформальдегидные (ФФ) смолы.

Область применения фанеры марки ФК: облицовка стен и потолков, укладка под ламинат, паркет, производство мебели, изготовление выставочных стендов, сувенирных и тароупаковочных изделий.

Область применения фанеры марки ФСФ: электротехника, авиационная промышленность, строительстве, вагоно- и автомобилестроение, изготовления садовой мебели, щитов наружной рекламы, упаковок и тары, изготовление лодок.

На кафедре технологии деревообрабатывающих производств были проведены специальные испытания. В испытаниях на прочность при скалывании использовалась фанера трехслойная, толщиной 4 мм, нагружаемая на разрывной машине Р-5 в соответствии с ГОСТ 9624-93. Испытывали партиями по 20 образцов каждого вида фанеры.

Предел прочности при скалывании по клеевому слою  $\tau_{ск}$  и по древесине  $\tau_{др}$  вычисляли в мегапаскалях с округлением результата до 0,5 МПа по формулам:

$$\tau_{ск} = \frac{P_{max}}{b \cdot l_1}; \quad \tau_{др} = \frac{P_{max}}{b \cdot l_2} \quad (1)$$

где  $P_{max}$  – максимальная нагрузка, Н;

$b$  – ширина плоскости скалывания, мм;

$l_1, l_2$  - длина плоскости скалывания, мм.

В результате исследований были рассчитаны средние значения предела прочности на скалывание образцов фанеры до и после вымачивания.

Полученные данные были сведены в таблицу 1.

Таблица 1– Средние значения предела прочности на скалывание образцов фанеры до и после вымачивания

Марка фанеры	Среднее значение предела прочности при скалывании $\tau_{скр}$ , МПа (до вымачивания)	Среднее значение предела прочности при скалывании $\tau_{скр}$ , МПа (после вымачивания)
Фанера ФК	1,85	1,74
Фанера ФСФ	2,26	2,14

По полученным данным были построены графические зависимости.

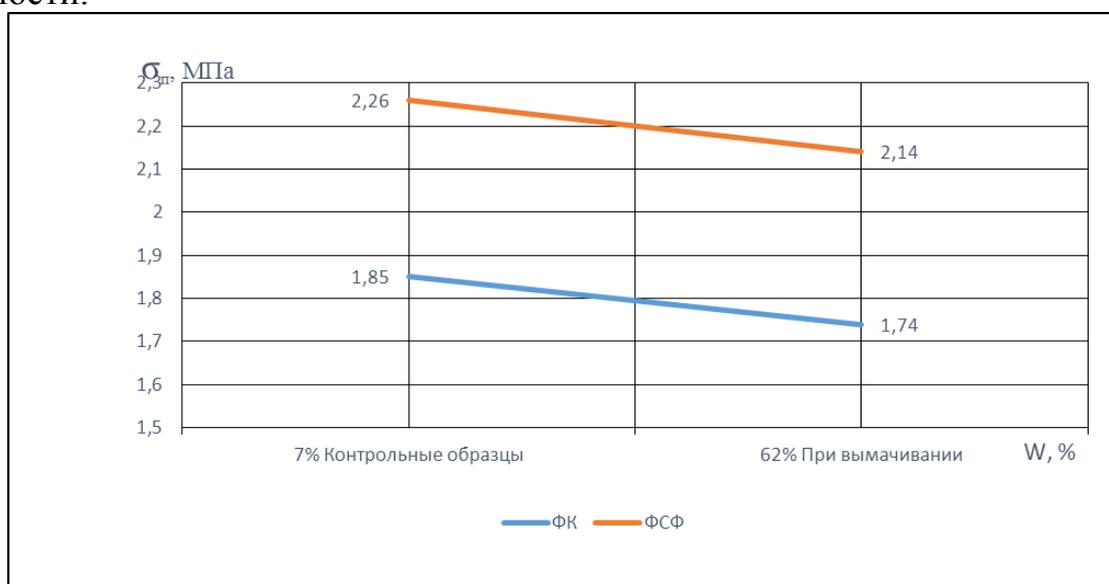


Рисунок 1 – График изменения прочности при влажностном воздействии на фанеру

Вывод: фанера марки ФСФ менее подвержена влажностному воздействию, чем фанера марки ФК, что было подтверждено испытаниями, а именно условием  $\Delta_{ФСФ} = 5,31\% < \Delta_{ФК} = 5,95\%$ . Таким образом, фанеру марки ФСФ рекомендуется использовать при атмосферных воздействиях вне помещения, а ФК рекомендуется использовать только внутри помещений, так как там показатели влажности воздуха невысокие.

#### ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 9624-93 – Древесина слоистая клееная. Метод определения предела прочности при скалывании. Введ. 01.01.95. – М: Издательство стандартов. – 10 с.

Студ. А. С. Нарейко

Науч. рук. доц., А. А. Гришкевич

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов, БГТУ)

## ПИЛА ДИСКОВАЯ С СЕГМЕНТНЫМ СОСТАВНЫМ ПОЛОТНОМ И РАЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

Процесс дискового пиления является одним из основных технологических процессов в деревообработке, наибольшее распространение он получил в лесопилении. Одним из основных недостатков этих станков является продолжительная по времени замена режущего инструмента.

В настоящей работе рассматривается конструкция дискового инструмента, при замене которого сократится время простоя оборудования. Проведен пример расчета режима эксплуатации пил дисковых, позволяющий вести оптимизацию процесса резания.

Конструкция сборной дисковой пилы а также ее основные параметры представлены на рисунке 1.

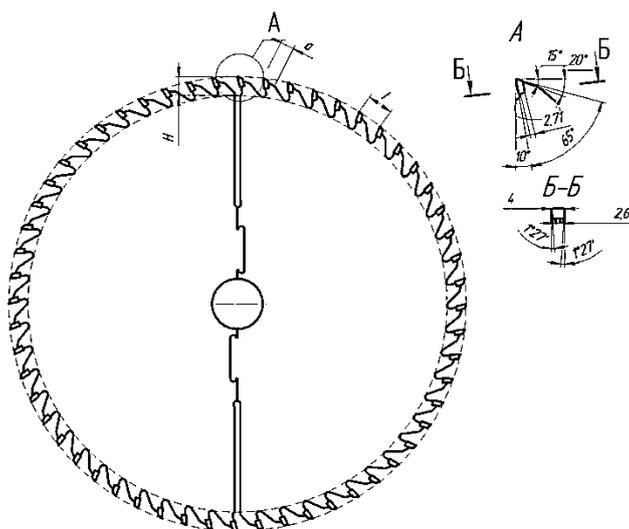


Рисунок 1 – Пила дисковая с сегментным составным полотном

Пильное полотно состоит из двух частей соединенных между собой, которые могут рассоединяться в осевом направлении. Такая конструкция позволит заменять инструмент, не сдвигая диск пилы по оси шпинделя машины. Для его замены необходимо открутить прижимную гайку на толщину полотна пилы, и каждая пила может заменяться по отдельности.

Основными нагрузками, которые будут испытывать элементы крепления сегментов, будут напряжения растяжения и смятия.

Нормальные напряжения при растяжении и сжатии принимают постоянными по поперечному сечению, МПа. Они определяются по формуле (1), МПа:

$$\sigma = \frac{F_{ин}}{A} \leq [\sigma], \quad (1)$$

где  $F_{ин}$  – сила инерции, Н;  $A$  – площадь сечения креплений, м<sup>2</sup>;  $[\sigma]$  – допускаемое напряжение на разрыв, МПа;

Расчетное уравнение на смятие имеет вид (2): МПа

$$\sigma_{см} = \frac{F_{ин}}{A_{см}} \leq [\sigma_{см}], \quad (2)$$

где  $F_{ин}$  – сила инерции, Н;  $A_{см}$  – площадь сечения на смятие, м<sup>2</sup>;  $[\sigma_{см}]$  – допускаемое напряжение на смятие, МПа;

Найдем высоту пропила  $h$  для пилы дисковой, при которой подача на зуб по критерию мощности привода на резание  $S_{zP}$  будет равна нулю,  $S_{zP} = 0$ , то есть мощности на резание будет недостаточно. Время работы инструмента  $T$  (мин) будем задавать. Определим искомую высоту  $h$ , для древесины сосны по полученной формуле (3), мм, и построим график скоростей подачи (рис. 2):

$$h = \sin \varphi \cdot R - a, \quad (3)$$

где  $\varphi$  – величина угла, зависящая от радиуса резания пилы, мм, расстояния от оси шпинделя до базовой поверхности распиливаемого материала, мм, рад;

$R$  – радиус резания пилы, мм;

$a$  – величина, зависящая от числа оборотов шпинделя машины мин<sup>-1</sup>, материала зуба пилы, времени работы инструмента, мин, мм;

Все остальные необходимые данные рассчитываем и принимаем из литературы [1,2].

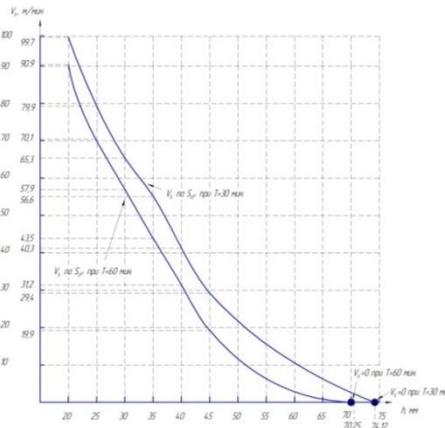


Рисунок 2 – График зависимости скорости подачи  $V_s$  от высоты пропила  $h$  при полной загрузке привода на резание

Полученные данные для разных высот пропила при принятом времени работы инструмента  $T=30$  мин. и  $T=60$  мин. приведены в таблице 1.

**Таблица 1- Данные по высотам пропила**

Высота пропила $h$ , мм	Время работы инструмента $T$ , мин.			
	$T = 30$ мин.		$T = 60$ мин.	
	$S_{zP}$ , мм.	$V_{sP}$ , м/мин.	$S_{zP}$ , мм.	$V_{sP}$ , м/мин.
20	0.77	99,7	0.68	90.9
25	0.61	79,9	0.53	70.1
30	0.56	65,3	0.43	57.9
35	0.42	56,6	0.31	43.5
40	0.31	40,3	0.2	31.2
45	0.17	29,4	0.09	19.9

Получены значения высот пропила, при котором подача на зуб по мощности привода на резание будет равна нулю: при  $T = 30$  мин.  $h = 70.25$ , при  $T = 60$  мин.  $h = 74.12$ .

**Выводы:**

1. Простота конструкции инструмента и применение стандартных составляющих влечет за собой не высокие затраты на его изготовление и эксплуатацию.

2. Сила трения прижимной шайбы о пильный диск в расчётах на растяжение и смятие не учитывалась, так как она только способствует удержанию сегмента пильного диска, примем ее отсутствие за коэффициент запаса.

3. Допуском на разность толщин между двумя сегментами можно пренебречь, так как они делаются из одного цельного диска.

4. Также мы получили значение высоты пропила, при котором подача на зуб и, следовательно скорость подачи по мощности привода на резание будут равны нулю: при  $T = 30$  мин.  $h = 70.25$  мм, и при  $T=60$  мин.  $h=74.12$  мм.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Пилы дисковые с твердосплавными пластинами для обработки древесных материалов. Технические условия: ГОСТ 9769-79. – Введ. 01.01.1979 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1981. 16 с.

2. Бершадский, А.Л., Цветкова Н.И. «Резание древесины», учебное пособие предназначено для студентов ВТУЗОВ по специальности «Машины и механизмы лесной и деревообрабатывающей промышленности»/ Минск, «Вышэйшая школа», 1975. – 304с.

УДК 630\*36

Маг. Д. О. Огородников

Науч. рук. к.т.н. П. А. Протас

(кафедра лесных машин и технологии лесозаготовок, БГТУ)

**ПРОИЗВОДСТВО ОЦИЛИНДРОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ –  
ЭФФЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕРАБОТКИ  
МАЛОМЕРНОЙ ДРЕВЕСИНЫ**

На сегодняшний день по республике заготавливаются достаточно большие объемы маломерной древесины (с диаметром 6–13 см), в основном хвойных пород. Наибольший объем такой древесины заготавливается при проведении рубок промежуточного пользования (прочистки, прореживания, проходная рубка) [1]. Порядка 89% всех лесов страны находятся в распоряжении Минлесхоза. Товарная структура лесов Минлесхоза имеет следующий вид: крупная (26 см и более) – 21,6%; средняя (14–24 см) – 28%; мелкая (6–13 см) – 11,3% (что составляет примерно 2–2,5 млн. м<sup>3</sup>); дровяная древесина – 38,3%.

В основном такой вид круглых лесоматериалов в дальнейшем реализуется в виде балансовой древесины или же технологического сырья для последующей переработки.

До недавнего времени реализация таких видов лесоматериалов имела выход за границу, однако с 1 января 2016 года в Беларуси введен запрет на экспорт древесины в круглом виде.

Проанализировав отечественный и зарубежный рынки сбыта, а также взяв во внимание ситуацию с запретом на экспорт, в исследованиях рассмотрен один из видов обработки маломерной древесины, такой как оцилиндровка.

Оцилиндрованное бревно – это бревно, которое прошло механическую обработку на специальном оборудовании и имеет одинаковый диаметр по своей длине. В зависимости от вида применяемого станка бревну может придаваться специальный профиль.

Главным оборудованием для производства данного вида лесоматериала являются:

- позиционный оцилиндровочный станок, с вращающимся бревном;
- позиционный оцилиндровочный станок, с фиксированным положением заготовки;
- оцилиндровочный станок проходного типа.

В Республике Беларусь производством оцилиндрованных изделий занимается ряд лесхозов, например, таких как, Столбцовский опытный, Копыльский, Островецкий, Негорельский и другие лесхозы, а также некоторые частные предприятия (Экогран, Массивдрев,

Триада-К и др.). Одним из наиболее опытных предприятий, производящих оцилиндровочные изделия, является СООО «Профитсистем», которое имеет 3 филиала. В Профитсистем большая часть заготовленной древесины идет именно на производство оцилиндровочных изделий в очень широком ассортименте.

На примере внедрения такого производства рассмотрим ГЛХУ «Гродненский лесхоз», где, за исключением небольшого объема древесины (около 15 тыс. м<sup>3</sup> в год), перерабатываемого на топливную щепу, древесина реализуется в круглом виде, причем порядка 30 тыс. м<sup>3</sup> в год идет на экспорт. Чтобы наиболее максимально использовать выгодное географическое расположение лесхоза в отношении соседних стран, продолжая реализацию продукции на экспорт, будет целесообразно внедрение перерабатывающего производства.

Выход готовой продукции при производстве оцилиндрованной древесины составляет 80–93%, а приблизительные затраты на производство 1 м<sup>3</sup> такой древесины составляет порядка 10 рублей. Приняв самый минимальный выход готовой продукции (80%), а также учитывая затраты на производство, видно, что выгода во внедрении технологии по производству оцилиндрованной древесины составляет почти 10%, а при производстве виноградного кола почти 25% в сравнении с реализацией такой древесины в круглом виде.

Таким образом, внедряя такое производство, можно решать проблему с экспортом древесины в круглом виде. Еще одним немаловажным преимуществом внедрения перерабатывающего производства является появление новых рабочих мест, что в настоящее время очень актуально для республики. В свою очередь работа на сложном оборудовании требует приобретение новых навыков и знаний.

Учитывая стоимости круглой маломерной древесины в сравнение с оцилиндрованной, очевидно, что внедрение обрабатывающих производств в лесхозах страны имеет большую перспективу.

Кроме того на оцилиндрованную древесину имеется хороший спрос в европейских странах, что, при ее реализации, позволит получать валютную выручку.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федоренчик А. С. Комплексное использование древесного сырья // Минск, БГТУ. – 2015.

УДК 630\*36

Студ. А. С. Панкратович

Науч. рук. к.т.н. П. А. Протас

(кафедра лесных машин и технологии лесозаготовок, БГТУ)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ГИДРОМАНИПУЛЯТОРОВ ЛЕСНЫХ МАШИН**

В настоящее время гидроманипуляторы занимают важное место в лесной промышленности. Они могут использоваться практически на всех стадиях заготовки древесины.

Основными параметрами гидроманипуляторов являются: вылет; грузовой момент; высота подъема; масса манипулятора; угол поворота и др. Учитывая различные условия эксплуатации и значительные диапазоны в характеристиках манипуляторов не всегда удается сделать правильный их выбор с учетом определенных условий. В этом случае для выбора необходимых параметров гидроманипулятора можно использовать программы 3D-моделирования, которые эффективны, не требуют больших затрат, имеют необходимую точность.

Данные программы позволяют не только провести различные расчеты деталей (машин), но также и проверить их в условиях реальной эксплуатации.

В данной работе рассмотрены программы 3D-моделирования для выбора параметров гидроманипуляторов. К ним относятся: MSC Nastran, ANSYS, T-FLEX CAD, Femap и др.

Каждая из программ имеет свои особенности, достоинства и недостатки. Но в целом они обладают большим спектром возможностей, для расчетов нагрузок, габаритов и т.д. Помимо большого спектра возможностей, они относительно просты в использовании, не требуют больших затрат времени на производство расчетов.

Из анализируемых программ, для выполнения обоснования параметров гидроманипуляторов лесных машин наиболее эффективна программа ANSYS, так как она: позволяет производить широчайший перечень расчетов; является сравнительно простой в использовании; совместима со всеми ведущими CAD системами и файловыми стандартами, и т.д.

Использование данных программ позволит уменьшить затраты на производство манипуляторов, улучшит их производительность, уменьшит габаритные размеры и т.д.

УДК 634.377

Студ. А.Ю. Путрич, А.П. Смяян  
Науч. рук., доц. В.А. Симанович

(кафедра лесных машин и технологии лесозаготовок, БГТУ)

## **ДИНАМИЧЕСКАЯ НАГРУЖЕННОСТЬ КОЛЁСНЫХ ТРЕЛЁВОЧНЫХ ТРАКТОРОВ ПРИ ТРЕЛЁВКЕ ДРЕВЕСИНЫ**

Колёсными трелёвочными тракторами в Республике Беларусь заготавливается ежегодно, примерно 1,7 млн. м<sup>3</sup> древесины по хлыстовой технологии. Это прежде всего связано с освоением труднодоступных лесосек, расположенных на грунтах с низкой несущей способностью.

Транспортирование пачки хлыстов колёсными лесными машинами в конечном счёте сводится к определению сил, действующих на оборудование машины. Процесс совершенствования технологического оборудования колёсных трелёвочных тракторов проходит в направлении создания конструкции максимально приспособленной к особенностям базовых машин. Лесные машины и в настоящий момент преимущественно создаются на базе сельскохозяйственных тракторов. Их незначительное отличие касается таких элементов как трансмиссия, подвеска и ходовая система.

Узлы лесных машин проектируют и изготавливают с более высоким коэффициентом запаса прочности. Этот факт подтверждает предположение ряда исследований о более высокой нагруженности узлов и агрегатов лесных транспортных средств.

При определении нагрузок на колёсную транспортную систему необходимо использовать уравнение тяговой динамики:

$$P_{\text{тяг}} \geq \Sigma P_{\text{сопр}}$$

где  $P_{\text{тяг}}$  – тяговое усилие на ведущих органах, кН;

$\Sigma P_{\text{сопр}}$  – сумма сил сопротивления транспортной системы, кН.

Нагрузку, передающуюся от трелюемой пачки на трактор удобно оценивать посредством удельных коэффициентов: коэффициента распределения вертикальной нагрузки от веса пачки между трактором и волоком, который определяется как отношение вертикальной нагрузки, передающейся в движении на трактор, к общему весу пачки, а также коэффициента сопротивления волочению, который определяется как отношение горизонтальной нагрузки, передающейся в движении от пачки, к части веса пачки, приходящейся на волок. Объём перевозимой пачки деревьев оказывает основное влияние на величины горизонтальной и вертикальной составляющих, причём их абсолютные значения могут быть определены экспериментально.

Экспериментальное определение сил требует большого количества замеров по определению их значения в различных экспериментальных

условиях. Работа такая проведена нами с целью выработки рекомендаций для заводов-изготовителей колёсной трелёвочной техники. В случае использования лесного тягача в качестве трелёвщика на грунтах с низкой несущей способностью его наиболее целесообразно использовать с чокерным оборудованием. При этом щит трелёвочного трактора используется не только как ограждение ходовой системы, а может содержать по краям опорное устройство в виде колёс. При преодолении труднодоступных участков на трелёвочном волоке пачка опускается на дополнительную опору, что приводит к перераспределению веса и улучшению тяговых свойств базовой машины. Тяговый канат лебёдки используется для подтаскивания пачки деревьев к трактору, расположенному за участком с низкой несущей способностью. Применение трелёвочного трактора с клещевым захватом на предприятиях лесной отрасли затруднено по причине отсутствия в ней валочно-пакетирующих машин.

Определение составляющих сил в контуре технологического оборудования нами было проведено методом регрессионного анализа. Основными составляющими при расчётах были взяты: вертикальная нагрузка  $G$ , сопротивление волочению пачки  $P_c$  и высота подъёма комлевой части  $h$ .

Для трелёвочного волока в весенне-летних условиях эксплуатации основные составляющие определяются из выражения:

$$G=172h+325Q-13,5; \quad P=-344h+419Q+257.$$

Для магистрального волока для тех же условий эксплуатации указанные величины определяются:

$$G=483h+309Q-264; \quad P=-329h+273Q+209.$$

Испытания трелёвочных тракторов ТТР-401 показали, что при срыве пачки в момент трогания сила тяги на первых 10 м превышает силу при установившемся движении в 2-2,5 раза.

Высота подъёма комлевой части пачки до 1,5 м в большой степени сказывается на изменении вертикальной нагрузки. Это для трелёвочного трактора имеет основное значение, так как у него высота подъёма может по желанию оператора изменяться. Высота подъёма комлей пачки уменьшает нагрузку, приходящуюся на основание волока, сопротивление волочению и одновременно увеличивает сцепной вес. Однако увеличение высоты подъёма комлей пачки снижает устойчивость машины и равномерность распределения нагрузки по мостам. На грунтах с низкой несущей способностью этот фактор вызывает увеличение сопротивления качению и снижение проходимости машины.

Полученные данные могут быть использованы при проектировании специальных лесных машин на предприятиях, выпускающих агрегатную лесную технику.

Студ. М. А. Русак

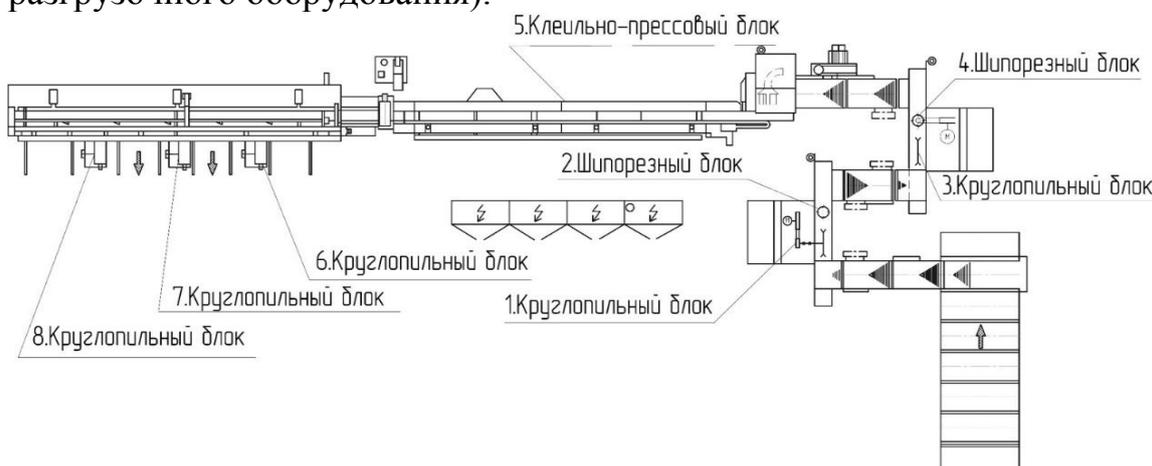
Науч. рук. доц., В. Н. Гаранин

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов, БГТУ)

## РАСЧЁТ КОЭФФИЦИЕНТА РЕМОНТНОЙ СЛОЖНОСТИ ДЛЯ ЛИНИИ ШИПОВОГО СРАЩИВАНИЯ WEINIG GRECON TUR- VO S1000

В СССР расчёт коэффициента ремонтной сложности  $K_m$  деревообрабатывающего оборудования (с целью определения сложности выполнения ремонтных работ) вели по единой плановой системе [1], которая предлагала использование эмпирических зависимостей для каждого типа оборудования. Однако в современных условиях появились машины, которые сложно отнести к какому-то конкретному типу оборудования. Особенно это касается различных линий. Возникшую при этом трудность использования указанной методики предлагается в данной работе решить за счет расчленения сложного оборудования на более простые составляющие. Путем использования методики определения  $K_m$ , представленной в [1], для обычного оборудования предлагается суммированием результатов определять  $K_m$  для сложных машин.

Рассмотрим линию сращивания (рисунок 1), которая состоит из нескольких отдельных блоков (без учета транспортного и загрузочно-разгрузочного оборудования).



**Рисунок 1 – Линия сращивания**

**1. Для круглопильных блоков №1, 3, 6, 7, 8 (рисунок 1) коэффициент  $K_m$  рассчитывается по формуле (1).**

$$R_{Ne} = K_1 \cdot B + K_2 \cdot \Pi + K_3 \cdot S + C \quad (1)$$

где  $K_1=0.0015$ ,  $K_2 = 0.2$ ,  $K_3 = 0.001$  – эмпирические коэффициенты;  
 $B$  – рабочая ширина стола или расстояние между центрами 600 мм;  
 $\Pi$  – количество ступеней скорости редуктора;

$S$  – длина хода каретки или направляющих, 1900 мм;

$C$  – составляющая, характеризующая сложность ремонта механизма подачи (2).

$$C = C_2 + 0,6X + 1, \quad (2)$$

где  $C_2$  – коэффициент учитывающий вид подачи (для гидравлической подачи 1.2; для вальцовой 2.2; для ручной 0);

$X$  – количество суппортов в станке).

$$C = 1,2 + 0,6 \cdot 1 + 1 = 2,8;$$

$$R_{1,3,6,7,8} = 0,0015 \cdot 600 + 0,2 \cdot 0 + 0,001 \cdot 1900 + 2,8 = 5,8$$

**2. Для шипорезных блоков № 2 и 4 коэффициент  $K_m$  рассчитывается по формуле (3).**

$$R_{2,4} = a \cdot (K_1 \cdot L + K_2 \cdot l + K_3 \cdot S + K_4 \cdot H) \quad (3)$$

где  $K_1 = 0,0012$ ,  $K_2 = 0,0003$ ,  $K_3 = 0,0023$ ,  $K_4 = 0,6$  – эмпирические коэффициенты;

$a = 1$  – коэффициент равный для односторонних шипорезов,

$L$  – рабочая длина конвейера, мм;

$l$  – наибольшее расстояние между заплечиками, мм;

$S$  – длина хода каретки, мм;

$H$  – количество шпинделей с ножевыми головками.

$$R_{2,4} = 1 \cdot (0,0012 \cdot 0 + 0,0003 \cdot 3 + 0,0023 \cdot 1900 + 0,6 \cdot 1) = 5$$

**3. Для клеильного пресса  $K_m$  рассчитывается по формуле (4).**

$$R_5 = a \cdot K \cdot (K_1 \cdot D + K_2 \cdot P + K_3 \cdot C) \quad (4)$$

где  $K$  – количество плунжеров,  $K_1 = 0,02$ ,  $K_2 = 0,001$ ,  $K_3 = 0,001$ ;

$D$  – диаметр рабочего цилиндра, мм;

$P$  – давление в цилиндре, кг/см<sup>2</sup>;

$C$  – ход плунжера, мм;

$a = 0,9$  – для прессов.

$$R_5 = 1 \cdot 1 \cdot (0,02 \cdot 100 + 0,001 \cdot 81,3 + 0,001 \cdot 120) = 2$$

Суммируем все коэффициенты ремонтных блоков, входящих в линию и получаем общий коэффициент ремонтной сложности всей линии

$$\begin{aligned} \sum R &= 5R_{1,3,6,7,8} + 2R_{2,4} + R_5, \\ \sum R &= 5 \cdot 5,8 + 2 \cdot 5 + 2 = 41 \end{aligned}$$

Таким образом, суммируя все расчёты для каждого отдельного блока мы рассчитали коэффициент ремонтной сложности всей линии сращивания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бойцов К. П., Овчаренко В. П., Планирование работы ремонтномеханических мастерских. РИО ЛТА, 1976 г.

УДК 630.81

Студ. В. А. Русакович

Науч. рук. к.т.н. И. К. Божелко

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

### РАЗРАБОТКА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ДЕРЕВЯННОЙ ШПАЛОПРОДУКЦИИ

Целью данной работы является разработка физико-механических критериев оценки качества деревянной шпалопродукции.

Мы испытали образцы на изгиб, сжатия вдоль волокон, твердость и скалывания поперек волокон. Испытания проводили из пород древесины сосны и ели по ГОСТ 78-2014. Данные показатели обращают способность деревянной шпалопродукции к длительному эффективному сроку службы на железных дорогах РБ. Результаты испытаний занесены в таблицу.

**Таблица – Испытания показателей на физико-механических свойств.**

	Предел прочности, Мпа, $\sigma_{12}$	Дисперсия	Плотность МПа.	Среднее квадратическое отклонение	Выборочная вариационный коэффициент	Дисперсия выборочного среднего	Среднее квадратическое отклонения выборочного среднего
Изгиб Сосны (заболонь)	90,8	44,2	507	6,64	7,31	2,21	1,48
Изгиб Сосны (ядро)	95,3	48,7	516	6,98	7,32	2,44	1,56
Изгиб ели	82,1	47,1	482	6,8	5,74	2,4	1,5
Твердости сосна	1,23	0,013	474	0,114	9,2	0,0013	0,036
Твердости ели	2,05	0,045	430	0,21	10,2	0,005	0,07

Вывод: проведя данные исследования мы выяснили, что данная древесина соответствует ГОСТ 78-2014. Данные показатели отражают способность деревянной шпалопродукции к длительному эффективному сроку службы на железных дорогах РБ.

УДК 536.24

Студ. К.В. Савчук

Науч. рук. д.т.н. А.А. Андрижиевский

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

**МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ СОЦИАЛЬНОГО И ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В РАМКАХ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПОСЕЛКА ГОРОДСКОГО ТИПА**

Снижение затрат в отопительный период – одна из актуальных задач, которые решаются в нашей стране путем модернизации систем теплоснабжения и расширения использования местных видов топлива, в частности, перевода теплогенерирующих источников на щепу и отходы деревообработки.

Особую актуальность решение данных проблем имеет для малонаселенных пунктов с разрозненной инфраструктурой технологических и жилых объектов, что отражено в программе социального развития Республики Беларусь.

Характерными проблемами систем теплоснабжения объектов подобного типа являются:

- децентрализация пунктов теплоснабжения и отсутствие централизованного горячего водоснабжения частного жилого сектора;
- повышенный (до 80%) износ котельного оборудования и тепловых сетей, что приводит к неэффективности использования печного топлива и высоким тепловым потерям;
- использование дорогостоящего импортируемого топлива (природного газа).

В данной работе реализация новых подходов к совершенствованию систем теплоснабжения малонаселенных жилых объектов рассматривается на примере модернизации системы теплоснабжения поселка городского типа Крупского района Минской области Холопеничи.

Основными источниками тепла для обеспечения тепловых нагрузок жилищно-коммунальной сектора в данном населенном пункте являются:

- котельная ОАО «Здравушка-Милк» с котлами ДКВР-4/13 и Е 4/14, топливо – природный газ;
- котельная ГУО «Холопеничская средняя школа» с тремя котлами Минск -1, топливо – торф, дрова;
- котельная ГУДО «Центр детей и молодежи» - с тремя котлами Минск -1, топливо –природный газ.

С целью оптимизации энергогенерирующих и транспортных элементов системы теплоснабжения поселка предлагается реализация следующих энергосберегающих мероприятий:

- замена отдельных котельных на одну более мощную блочно-модульную котельную, т.е. переход на централизованное теплоснабжение, включая отопление и горячее водоснабжение;
- переход на местное топливо – древесные отходы расположенных в окрестности поселка деревообрабатывающих предприятий;
- реконструкция тепловых сетей на основе ПИ-труб.

В рамках реализации данных энергосберегающих мероприятий в Холопеничах предлагается строительство новой котельной тепловой мощностью 3 МВт на местных видах топлива для объединения 19 потребителей тепла в общую систему теплоснабжения. Котельная сможет покрывать пиковые нагрузки, учитывая возможность расширения инфраструктуры поселка, с целью развития агротуризма и ознакомления с архитектурно историческим наследием Холопеничей в виде старинных соборов и церквей.

В котельной предусмотрено установка двух водогрейных котлов:

- котла СН 200 с тепловой мощностью 2,0 МВт;
- котла СН 90 с тепловой мощностью 1,0 МВт.

Для повышения КПД котлов и повышения температуры обратной магистрали на входе в котел предусмотрена установка экономайзеров перед каждым котлом.

В котельной предусмотрено погодозависимое регулирование теплоносителя трехходовым клапаном.

В работе выполнен расчетный анализ эффективности предлагаемых мероприятий по модернизации системы теплоснабжения поселка городского типа Холопеничи.

Обобщенные данные об эффективности инвестиций приведены в таблице 1.

Таким образом, оптимизация системы теплоснабжения поселка Холопеничи с объединением нагрузок котельных ГПБ Холопеничи, ГУО «Холопеничская средняя школа», ГУДО «Центр детей и молодежи», котельной ОАО Холопеничский ф-л «Здравушка-милк» со строительством новой блочно-модульной котельной, использующей в качестве топлива биомассу, позволяет получить экономический эффект в сумме 3878,60 руб. и заместить газ в количестве 747,5 тыс.м<sup>3</sup>.

Таблица 1–Обобщенные данные об эффективности инвестиций

Наименование	Размерность	Количество
Установленная тепловая мощность	МВт	3,0
	Гкал/ч	2,58
Максимальная тепловая нагрузка	МВт	2,55
	Гкал/ч	2,19
Объем производства тепловой энергии	Гкал	5894
Отпуск тепловой энергии	Гкал	5560
Потребление электрической энергии	тыс. кВт ч	134,4
Удельный расход условного топлива	кг.у.т./Гкал	174,1
Годовой расход условного топлива	т у.т	968
Годовой расход МВт	т/год	2777
Количество используемого топлива (до строительства котельной)	тыс.м <sup>3</sup> газа	813,54
Стоимость газа (до строительства котельной)	тыс. руб	372,28
Стоимость МВт	тыс. руб	105,60
Разница в стоимости топлива	тыс. руб	270,52
Разница в стоимости электроэнергии	тыс. руб	3,84
Выручка от реализации т/э	тыс. руб	117,34
Суммарная экономия	тыс. руб	387,86
Капвложения в мероприятие	тыс. руб	3470,83
Срок окупаемости мероприятия	лет	8

В заключение отметим, что представленный в работе комплекс энергосберегающих мероприятий можно рассматривать в качестве типового подхода к модернизации систем теплоснабжения малонаселенных пунктов, для которых характерны указанные выше проблемы. Их реализация позволяет решать одновременно не только энергетические и экономические задачи, но и социальные задачи повышения уровня комфортности проживания населения.

УДК 630\*383.4

Студ. И.М. Сетун

Науч. рук. к.т.н. А.И. Науменко

(кафедра лесных дорог и организации вывозки древесины, БГТУ)

## **СТАБИЛИЗАЦИЯ ГРУНТОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ ОБЪЕМНЫХ ГЕОРЕШОТОК ЯЧЕЙСТОГО ТИПА**

**Целью применения** георешеток в теле насыпи земляного полотна является армирование её нижней части, для повышения ее жесткости и устойчивости, снижения неравномерности осадки, снижение объемов земляных работ, сокращение сроков строительства.

Чаще всего георешетки применяют на слабых грунтах, таких как переувлажненные, заторфованные, сыпучие и других грунтах.

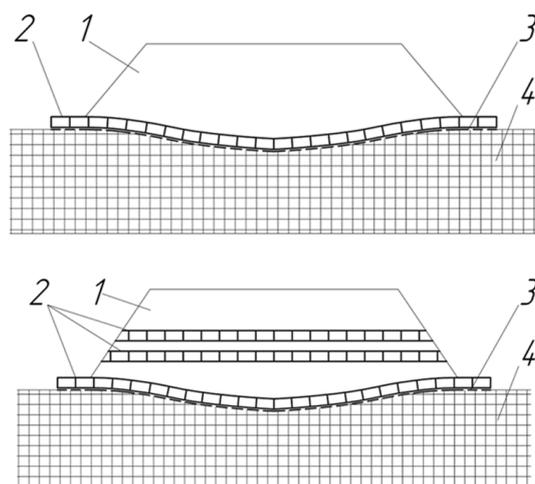
Основными свойствами объемных георешеток являются:

- Минимальное проседание и минимальные боковые сдвиги материала;
- Высокая устойчивость на сжатие и разрыв;
- Хорошая устойчивость к воздействию агрессивной среды;
- Объемная георешетка позволяет снизить напряжение от покрытия на грунтовое основание;
- Укладывать объемную георешетку быстро и просто, поэтому она идеально подходит для строительства временных сооружений, реконструкции дорог и трубопроводов. Монтаж георешетки выполняется с помощью элементарного крепежа, например, анкеров;
- Доставка георешетки осуществляется в виде модулей, которые не занимают много места;
- Данный материал не подвержен гниению и разложению;
- Срок службы объемной георешетки составляет не менее полувека.

Георешетка выпускается с рельефной и гладкой поверхностью ячеек, а также с перфорацией и без нее.

Размеры модулей могут изменяться по желанию заказчика в следующих пределах: - длина георешетки в растянутом (рабочем) состоянии  $A$  от 2100 до 14000 мм; - высота [георешетки](#)  $h$  от 50 до 250 мм; - длина георешетки в сложенном (транспортном) состоянии  $A_0$  зависит от её размера в растянутом состоянии  $A$  и находится в пределах от 45 до 300 мм.

Рекомендуемая высота георешеток, применяемых для стабилизации грунтов земляного полотна – не ниже 15 см.



1 – насыпь; 2 – георешетка; 3 – геотекстильный материал;  
4 – слабое основание

**Рисунок 1 – Возведение насыпей на слабом основании**

Перед укладкой георешетки проводят подготовительные работы, такие как удаление растительности и верхнего грунтового слоя, выравнивание, а при необходимости и дренажные работы. Дренирующим слоем, как правило, служит геотекстиль, который раскладывается и укрепляется по всей поверхности участка. Кроме того, слой геотекстильного полотна служит дополнительным укреплением слоя земли в том случае, когда он обладает низкой несущей способностью. Также слой геотекстиля способствует предотвращению перемешивания между собой слоев конструкции и материнского грунта.

Устройство дополнительных прослоек в теле насыпи позволяет в большей степени снизить неравномерность осадки и повысить общую устойчивость откосов.

Георешетка фиксируется на поверхности с помощью монтажные анкеры по контуру первой секции в соответствии с разметкой. Для увеличения устойчивости георешетки при засыпке ее заполнителем устанавливают дополнительные анкеры внутри площади модуля.

Как было выше сказано, что применение объемных георешеток наиболее эффективно на участках дорог, расположенных на слабых грунтах. При этом улучшаются условия консолидации насыпи, обеспечивается прочность и устойчивость слоев дорожной одежды из несвязных строительных материалов, а также повышается эксплуатационная надежность и сроки службы дорожных покрытий.

Применение объемных георешеток значительно повышает надежность дорожных конструкций, снижает объем использования естественных зернистых материалов, дает возможность разрабатывать новые проектные решения.

УДК 665.93:674

Студ. В.И. Снапковский

Науч. рук. асс. Д.П. Бабич

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

## **ЛЕСОПИЛЕНИЕ НА МАЛЫХ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Согласно [1] к предприятиям малой мощности могут быть отнесены лесопильные компании с производственной мощностью до 20–30 тыс. м<sup>3</sup> бревен в год. Большое влияние на выбор бревнопильного оборудования, которое на малых предприятиях является не только основным, но часто и единственным, оказывает предметная специализация: назначение полученных пиломатериалов и их качество, в том числе точность формы, размеров, шероховатость поверхности. На лесопильных предприятиях малой мощности могут применяться все типы круглопильных и ленточнопильных станков.

На малых лесопильных предприятиях применяются станки позиционного и позиционно-проходного типа. Распиловка производится за счет перемещения пильных модулей вдоль бревна, либо за счет перемещения предмета труда вдоль пильных модулей. Бревнопильные станки позиционно-проходного типа имеют несколько большую производительность по сравнению со станками позиционного типа за счет большей скорости подачи и возврата бревна.

К основным видам оборудования, которым можно оснащать малые деревообрабатывающие предприятия, можно отнести горизонтальные ленточнопильные станки с узкой лентой (Wood-Mizer), однопильные круглопильные станки (Kara), круглопильные станки с угловым расположением пил (Барс). Характерной особенностью всех этих станков является возможность индивидуальной распиловки каждого бревна. За счет малой толщины пропила (2,0 – 2,4 мм) горизонтальные ленточнопильные станки рекомендуется применять для распиловки ценных пород. Однопильные круглопильные станки обладают значительно большей толщиной пропила (6,0 – 7,0 мм), но в тоже время большой производительностью из-за большей скорости подачи. Круглопильные станки с угловым расположением пил позволяют сразу получать готовые обрезные доски или заготовки. Как видно, выбор типа оборудования зависит от имеющегося сырья и производимой продукции.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Чубинский А.Н. Бревнопильное оборудование для малых предприятий / ЛесПромИнформ № 8, 2008. – с. 82-88.

УДК 621.577

Маг. Турчикова В.А.

Науч. рук. доц. Сухоцкий А.Б.

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

## **ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ И СВОЙСТВ ВНЕШНЕГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ АППАРАТА ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ**

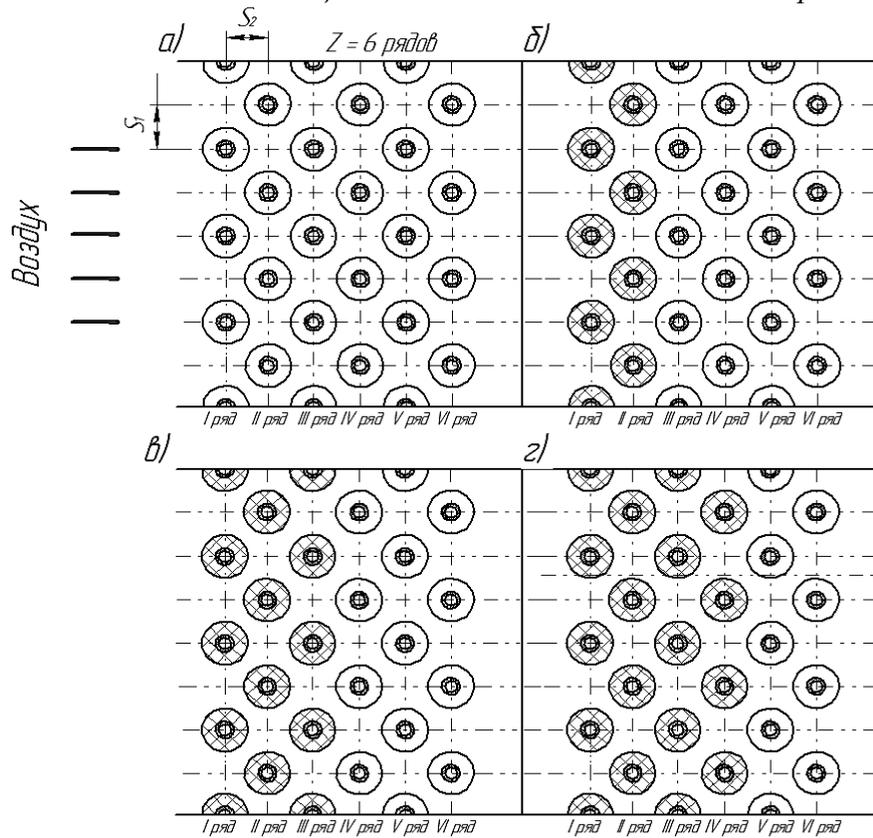
Аппараты воздушного охлаждения, иногда называемые теплообменниками воздушного охлаждения, можно применять во всех отраслях промышленности, где имеется необходимость охлаждения технологических продуктов, конденсации их паров или конденсации паров с последующим охлаждением образовавшегося конденсата. К потребителям аппаратов воздушного охлаждения можно отнести тепло- и электроэнергетику, ядерную энергетику, железнодорожный транспорт, холодильную технику, системы утилизации низкопотенциальной теплоты [1].

Одной из проблем эксплуатации аппаратов воздушного охлаждения является возникновение на ребренных поверхностях нагрева разного рода отложений (загрязнений) и, как следствие, снижение коэффициента теплопередачи [2]. Экспериментальные исследования [3,4] теплопередачи натуральных аппаратов воздушного охлаждения типа 2АВГ–75, а также фирмы «HadSon» из биметаллических ребристых труб с накатанными алюминиевыми ребрами указывают на уменьшение от внешнего загрязнения ребрения коэффициента теплопередачи до 12%.

Мною был выбран способ расчета теплопередачи загрязненной поверхности путем учета отложения загрязнения на поверхности ребрения. Он заключается в том, что к значениям геометрических параметров ребрения ( $d$ ,  $d_0$ ,  $h$ ,  $S$ ,  $\Delta$ ) добавляется значение толщины слоя загрязнения  $\delta_z$  по воздушной стороне, при условии равномерного распределения загрязнения по поверхности ребра.

В ходе различных экспериментальных исследований [5] установлено, что в процессе эксплуатации аппаратов воздушного охлаждения загрязнению подвергаются только первые ряды труб. Нами был рассчитан шестирядный аппарат воздушного охлаждения с очередным изменением соотношения загрязненных и незагрязненных рядов труб в соответствии с рисунком 1 и толщины слоя загрязнения  $\delta_{z.вн} = 0,2; 0,4; 0,6$  мм.

Результаты теплоаэродинамического расчета аппарата воздушного охлаждения при различных условиях представлены на рисунке 2 и 3 в соответствии с обозначениями приведенными на рисунке 1:



а) чистая поверхность; б) 2 ряда загрязненные 4 ряда чистые ( $Z_{\text{ч}} = 4, Z_{\text{гр}} = 2$ ); в) 3 загрязненные 3 чистые ( $Z_{\text{ч}} = 3, Z_{\text{гр}} = 3$ ); з) 4 ряда загрязненные 2 ряда чистые ( $Z_{\text{ч}} = 2, Z_{\text{гр}} = 4$ ).

Рисунок 1 – Поверхность теплопередачи аппарата воздушного охлаждения с учетом загрязнений

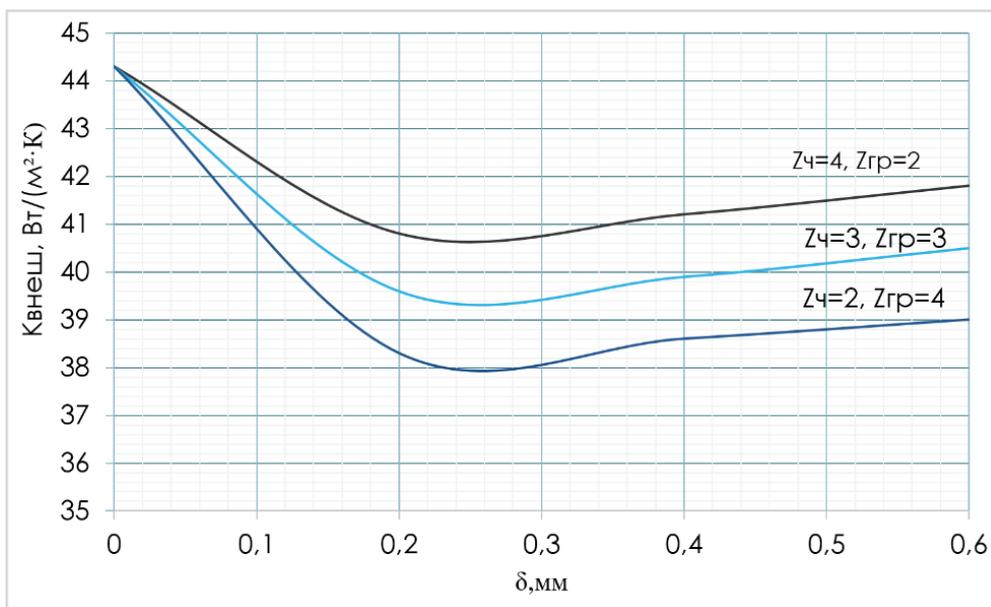
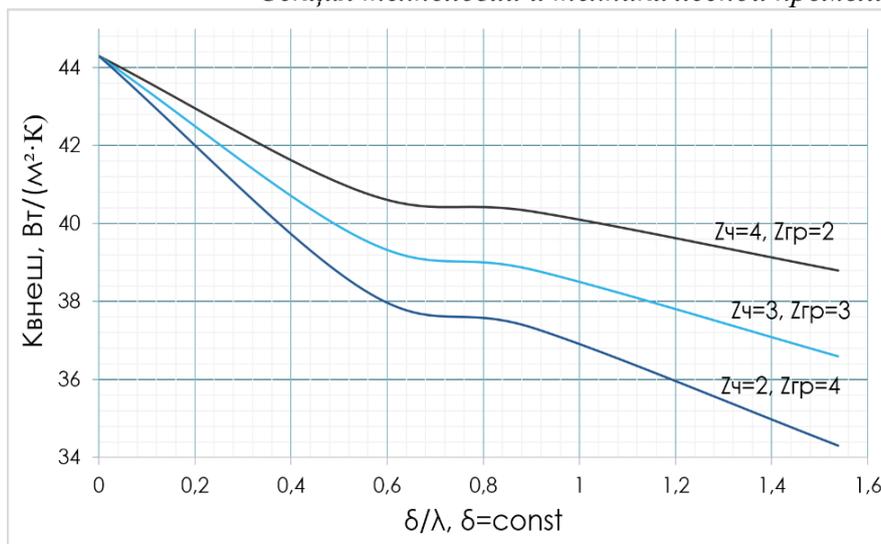


Рисунок 2 – Изменение коэффициента теплопередачи от толщины загрязнения



**Рисунок 3 – Изменение коэффициента теплопередачи от теплопроводности загрязнения**

Из графиков видно, что с увеличением числа рядов загрязненных трубок коэффициент теплопередачи снижается на 8-15%. Однако при достижении толщины загрязнения  $\delta=0,2$ мм наблюдается некоторое увеличение коэффициента теплопередачи. Это обусловлено тем, что оребренная поверхность трубок забивается, растет скорость в пучке, что соответствует уменьшению сечения проходного канала. Происходит увеличение приведенного коэффициента теплоотдачи, при этом значение аэродинамического сопротивления возрастает незначительно. При уменьшении теплопроводности загрязнения в 2 раза коэффициент теплопередачи уменьшается  $\sim 5\%$ .

А при  $\lambda_{min}$  уменьшение коэффициента теплопередачи составило 20%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Керн Д. Краус А. Развитие поверхности теплообмена / Д. Керн, А. Краус. – М.: Энергия, 1977. – 464 с.
2. Методика теплового и аэродинамического расчета аппарата воздушного охлаждения. – М.: ВНИИнефтемаш, 1971, 102 с.
3. Беркутов Р. А. Повышение энергоэффективности систем охлаждения газа на компрессорных станциях. Автореферат канд. диссертации. Уфа, 2010.
4. Осипова В. А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена. М.: Энергия, 1969.
5. Расчет, проектирование и реконструкция лесосушильных камер/ Е.С. Богданов, В.И. Мелехов, В.Б. Кунтыш, В.В. Новиков, Е.А. Пировских, А.И. Расев. – М.: Экология, 1993. – 352 с.

Маг. С. Ю. Тушинский

Науч. рук. доц., к.т.н. Л. В. Игнатович

(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КРАШЕНИЯ ШПОНА МЯГКОЛИСТВЕННЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ**

Благодаря уникальным свойствам, богатой цветовой и текстурной палитре древесина вдохновляла мастеров насоздание шедевров зодчества и прикладного искусства. На каждом этаперазвития художественного творчества формируется свое понятие прекрасного.

Современный дизайн характеризуется простотой форм и отделки, поэтому напервый план выходят эстетические свойства материала – цвет, текстура, фактура, блеск.Современные технологии имитационной отделки древесных материалов,должны решать задачи сохранения и проявления ихприродной красоты.

Породы древесины с выразительными эстетическими свойствами называют ценными, они обладают интенсивным цветом и контрастным рисунком текстуры. Ареал их произрастания относительно невелик, в основном, ограничен тропической зоной. В Беларуси, ввиду сложных климатических условий, более распространены породы с визуально невыраженной текстурой и белым цветом древесины. Мебельные изделия по породам древесины распределены следующим образом: сосна – 50,5%, береза – 21,4%, ель – 10,4%, ольха – 8,4% [1]. Изделия, изготовленные из ценных пород, являются дорогостоящими. Поэтому актуальной задачей является повышение эстетической ценности распространенных пород путем имитации их под дорогостоящие породы древесины с красивой текстурой. Предпочтения белорусских потребителей по породам декоративного шпона следующие: дуб – 56%, орех – 12%, бук – 10% – бук, ясень – 9% [1].

Можно отметить, что хвойными породами в Беларуси занято 60,9% площади всего лесного массива, а дубом – древесиной, имеющей богатую и красивую природную текстуру, около 3,6% лесного фонда, что никак не может удовлетворить потребности в благородных породах древесины даже внутренний рынок Беларуси. Малоценные лиственные породы составляют 32,1% лесного фонда республики и 67% из них это древесина березы [1].

Приведенные выше данные обуславливают необходимость поиска новых декоративных материалов из древесины для производства элементов мебели, используя малоценные быстрорастущие лиственные породы древесины имитируя ими ценные породы, а также усовершенство-

вание технологий производства и применения существующих материалов.

Под имитацией понимается воспроизведение текстуры и цвета ценной породы древесины или других материалов на поверхности менее ценной древесины. Имитация может быть выполнена: крашением древесины водными красителями, аэрографией, печатанием рисунка и облицовыванием древесины текстурной бумагой или декоративными пленками [2].

При крашении прозрачными красителями на поверхность древесины наносят красители, не закрывающие текстуру, а, наоборот, усиливающие ее. Крашение может быть поверхностным и глубоким. Поверхностное крашение наиболее распространено из-за простоты нанесения и высокого качества выполнения. Водный раствор красителя наносят на поверхность древесины тампоном, губкой или пистолетом-распылителем [3].

Аэрографией называется способ нанесения рисунка на поверхность путем распыления краски сжатым воздухом. За последнее время были разработаны приемы массового производства мебели с применением аэрографического способа отделки, имитирующей текстуру ценных пород древесины. Аэрографическим способом можно наносить рисунок на детали мебели до сборки, на собранные узлы и на все изделия [2].

Исходя из выше сказанного, для нашей страны весьма актуальной является задача исследований в области производства декоративных материалов и разработки технологии, позволяющей воспроизводить не только цвет, но и текстуру любой редкой породы древесины.

Проанализировав имеющиеся литературные источники, можно прийти к выводу, что реализация технологического процесса получения декоративного материала тесно связана с разработкой новых оптимальных методов крашения и склеивания древесины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Породы древесины [Электронный ресурс] - Режим доступа: [http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/selskoe-hozyaistvo/osnovnye-pokazateli-za-period-s-pogody\\_6/statisticheskiy-obzor-k-mezhdunarodnomu-dnyu-lesa/](http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/selskoe-hozyaistvo/osnovnye-pokazateli-za-period-s-pogody_6/statisticheskiy-obzor-k-mezhdunarodnomu-dnyu-lesa/)
2. Трубников Н.А. Повышение декоративных свойств древесины / Н.А.Трубников // Деревообрабатывающая промышленность. — 2007. — № 4.-С. 30-34
3. Кушнинская, М.Ц. Крашение древесины в производстве мебели / М.Ц.Кушнинская - М.-Л.: Лесная промышленность, 1973. - 120 с.

УДК 674.8

Студ. А. В. Усович

Науч. рук. доц. И. Г. Федосенко

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОГО УПЛОТНЕНИЯ  
ЩЕПЫ В СВОБОДНО-НАСЫПАННОМ СОСТОЯНИИ В  
ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАЧАЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ**

Древесина в измельчённом до сыпучего состояния виде представляет собой уникальный материал и приобретает свойства, которые выгодно используются при переработке кусковых отходов. В производстве композиционных материалов измельченная древесина прочно обосновалась как доступный наполнитель, обеспечивающий, к тому же, армирующие свойства, определяющие механические свойства конечного продукта. При этом, экологические и технологические преимущества такого материала, способствуют незыблемости его позиций у производителей продукции и потребителей. Интерес к потреблению и производству новых материалов из вторичных древесных ресурсов, именуемых ранее отходами производства, постоянно растет. Самым крупным потребителем конструкционных материалов является строительство. Требуются новые материалы, сочетающиеся с традиционными технологиями возведения зданий и их отделки. Для прогнозирования свойств таких материалов, требуется выверенная технология производства, существование которой сегодня невозможно без использования моделирования процессов. Однако, построение адекватной теоретической модели невозможно без реальных экспериментальных исследований, если дело касается древесины.

При производстве композитов из измельченной древесины на минеральном вяжущем важную роль играет плотность структуры. На сегодняшний день, сведений об свободном уплотнении измельченной древесины недостаточно, чтобы выбрать оптимальный фракционный состав наполнителя при производстве такого материала как арболит, цементно-стружечные плиты, опилкобетон и др.

На стадии подготовки эксперимента, для создания условий максимального уплотнения щепы в свободно насыпанном состоянии был выбран способ трамбования при помощи динамического нагружения твердой недеформируемой плоской поверхностью в зафиксированных стенках. Наиболее подходящим для этого методом испытания стал метод стандартного уплотнения грунтов по ГОСТ 22733-2002[1]. В качестве уплотняющего устройства был использован прибор ПСУ (метод СОЮЗДорНИИ).

Согласно методу, щепа засыпалась в рабочее пространство формы прибора и, при помощи серии ударов при подъеме-отпуске металлического молотка, скользящего по штоку, перпендикулярному поверхности нагружающей площадки, осаждалась до постоянного объема. При проведении испытаний учитывалась усадка щепы от первоначального объема до конечного, но т.к. стенки прибора при испытании не изменяли свою форму, фактически изменялась высота слоя.

Для испытания была выбрана щепа хвойных пород, без содержания коры. Щепа была разделена на фракции: 20/10, 10/5 и 5/2, что соответствует самым популярным размерам при производстве древесных композитов на минеральном вяжущем. Кроме того, щепа была кондиционирована до достижения абсолютной влажности: 12, 30, 48, 66 и 84 %.

По результатам испытаний, были получены уравнения, позволяющие прогнозировать плотность древесного композита, в зависимости от фракционного состава наполнителя (формулы (1)–(5) для влажности щепы 12 – 84 % соответственно).

$$K_y = 1,2612 \cdot x + 1,3019 \cdot y + 1,3456 \cdot z - 0,3606 \cdot x \cdot y - 0,2206 \cdot x \cdot z - 0,0907 \cdot y \cdot z, \quad (1)$$

где  $K_y$  – коэффициент уплотнения;  $x$  – содержание фракции 20/10, %;  $y$  – содержание фракции 10/5, %,  $z$  – содержание фракции 5/2, %.

$$K_y = 1,3398 \cdot x + 1,2504 \cdot y + 1,2479 \cdot z - 0,3611 \cdot x \cdot y - 0,3102 \cdot x \cdot z - 0,2588 \cdot y \cdot z, \quad (2)$$

$$K_y = 1,3702 \cdot x + 1,3667 \cdot y + 1,4721 \cdot z - 0,5056 \cdot x \cdot y - 0,4301 \cdot x \cdot z - 0,6009 \cdot y \cdot z, \quad (3)$$

$$K_y = 1,4123 \cdot x + 1,3237 \cdot y + 1,5069 \cdot z - 0,8278 \cdot x \cdot y - 0,4904 \cdot x \cdot z - 0,5583 \cdot y \cdot z, \quad (4)$$

$$K_y = 1,4259 \cdot x + 1,3523 \cdot y + 1,5063 \cdot z - 0,9019 \cdot x \cdot y - 0,8534 \cdot x \cdot z - 0,3096 \cdot y \cdot z, \quad (5)$$

Также построены диаграммы «состав-свойство», наглядно иллюстрирующие условия при которых будет достигаться либо эффект максимальной прочности (максимальной степени уплотнения), либо эффект минимальной теплопроводности (минимальной степени уплотнения). Был сделан вывод, что для достижения максимальной плотности материала, т.е. максимальной прочности, самой предпочтительной фракцией является фракция 5/2, а для достижения максимального теплового сопротивления и изготовления теплоизоляционных материалов, самой предпочтительной композицией фракций является фракция 20/10 и 10/5 в равном соотношении.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. «Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности». ГОСТ 22733 – 2002. – Минск.: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2006. – 20 с.

УДК 620.9

Студ. Д.А.Хильман

Науч. рук. д.т.н., проф. В. И. Володин

(кафедра энергосбережения, гидравлики и теплотехники, БГТУ)

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ТРИГЕНЕРАЦИИ**

В данной работе рассматривается модернизация когенерационной установки с использованием газовых турбин в систему тригенерации для совместной выработки электричества, тепла и холода.

Тригенерация является более выгодной по сравнению с когенерацией, поскольку дает возможность эффективно использовать утилизированное тепло выхлопных газов турбины не только зимой для отопления, но и летом для кондиционирования помещений или для технологических нужд. Для этого используются абсорбционные бромистолитиевые холодильные установки. Такой подход позволяет использовать генерирующую установку круглый год, тем самым не снижая высокий КПД энергетической установки в летний период, когда потребность в вырабатываемом тепле снижается [1].

На ОАО «Гродноазот» функционирует газотурбинная теплоэлектроцентраль (ГТЭЦ), имеющая 4 газотурбинные установки каждая мощностью 7,9 МВт, включающие в себя турбину и котел-утилизатор для выработки электроэнергии и технологического пара для собственных нужд. Схема энергетической установки показана на рисунке.

В зимний период газотурбинная установка снабжает предприятие теплофикационной водой для его отопления. В летний период необходимости в отоплении нет, поэтому дымовые газы выбрасываются в атмосферу с температурой  $t_d = 270^\circ\text{C}$  проходя транзитом через последнюю ступень котла утилизатора (ОДГ). При этом охладитель дымовых газов работает в холостую без подачи воды.

Для эффективного использования тепловой энергии уходящих дымовых газов предлагается дополнительно установить абсорбционные холодильные машины для получения захлажденной воды с температурным графиком  $12-7^\circ\text{C}$ . Тем самым система когенерации трансформируется в систему тригенерации. В качестве основного оборудования рассматривается установка 3-х абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин (АБХМ) типа ВDH232 IX-90/110-35/28-7.0/12-250 холодопроизводительностью 2,7 МВт каждая. Общая проектная холодопроизводительность холодильной установки составит 8,1 МВт.

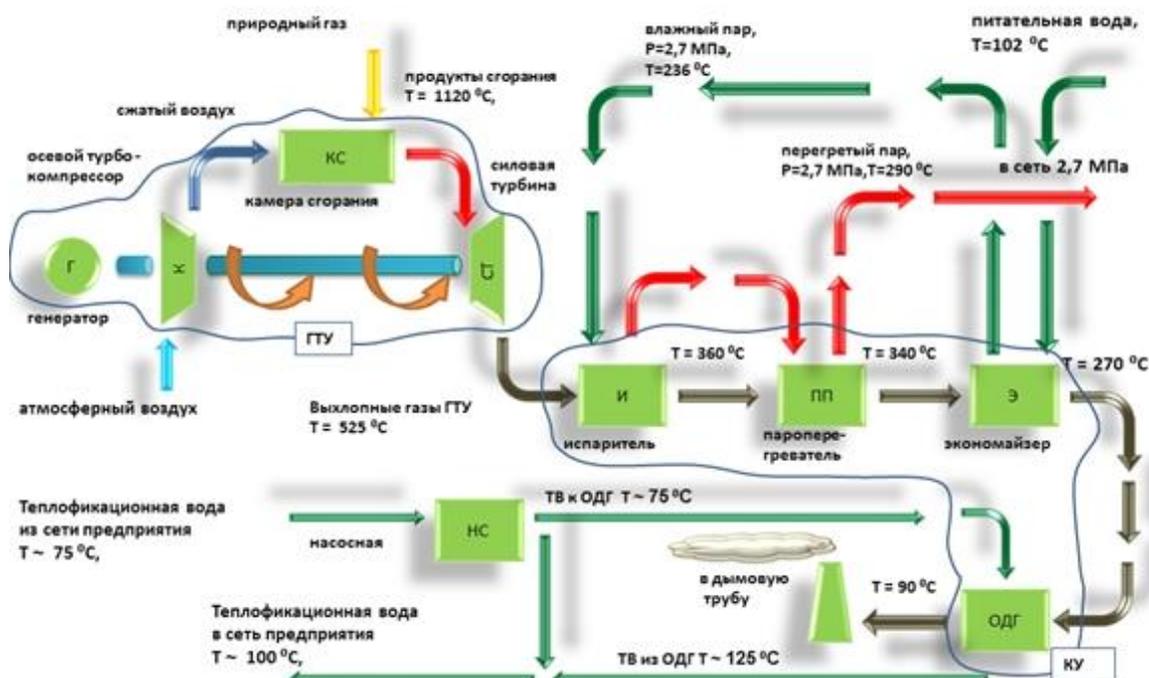


Рисунок 1 - Технологическая схема газотурбинной теплоэлектростанции

Хладоноситель после АБХМ направляется на технологические нужды. В качестве теплоносителя в генераторах АБХМ используется теплофикационная вода с температурой 135 °C, получаемой на газотурбинной ТЭЦ.

На данный момент ГТЭЦ выдает в сеть 228 миллионов кВт·ч электроэнергии и 1255000 ГДж тепловой энергии в год. Стоимость получаемой на ГТЭЦ электроэнергии почти в 3 раза ниже получаемой от Гродненской ТЭЦ-2. Стоимость тепловой энергии, получаемой на ГТЭЦ также ниже. Переход на систему тригенерации повысит дополнительно выработку тепловой энергии в виде захлажденной воды на 241920 ГДж в год.

Таким образом, установка абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин позволит максимально использовать первичную энергию природного газа, без снижения КПД получения электроэнергии и технологического пара, и уменьшить стоимость генерируемых видов энергии. Тем самым будет повышена рентабельность производства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Панцырная, Т. В.. Тригенерация как способ повышения энергетической эффективности / Т. В. Панцырная, А. В. Дьяков, В. А. Паррабин // Эффективное антикризисное управление. – 2013. – № 6. – С. 82–87.

Студ. М.В. Цвирко

Науч. рук. к.т.н. С.В. Красковский  
(кафедра инженерной графики, БГТУ)

## **УКРЕПЛЕНИЕ ОТКОСОВ ЛЕСНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ОБЪЁМНЫМИ ГЕОРЕШЕТКАМИ**

Геосинтетические материалы (геосинтетика) – являются тонкими и гибкими материалами, изготовленными из синтетических волокон или смеси натуральных и синтетических волокон, применяемыми для улучшения физико-механических характеристик грунтов земляного полотна и материалов слоев дорожных одежд.

Объёмная георешётка – это объёмная сотовая конструкция из полимерных или синтетических лент, скреплённых между собой. В рабочем состоянии образует модульную ячеистую конструкцию. Материал не подвержен [гниению](#), воздействию [кислот](#), [щелочей](#) и прост в монтаже. Срок службы не менее 50-ти лет. Для фиксации модуля объёмной георешётки применяются специальные пластиковые [анкера](#), металлические анкера длиной 500 (800) мм или железная арматура. Материал поставляется в модулях, покрываемая площадь 10÷25 м<sup>2</sup>, высота ячейки 50÷300 мм, диагональ ячейки 150÷300 мм, толщина стенки ленты 1,1÷4,5 мм, цвет материала чёрный, белый (синтетическая лента), рабочий температурный диапазон –60÷+60 °С.

Наиболее эффективно применение георешеток с комбинированной засыпкой ячеек грунтом и инертным каменным материалом – щебнем, гравием или смесью грунта и асфальтогранулята – грунтогранулятом. Применение комбинированной засыпки позволяет более плотно заполнять ячейки георешетки, что способствует улучшению работы откоса, увеличению его стабильности и большей продолжительности безотказной работы.

Применение георешеток для укрепления откосов может рассматриваться как альтернатива:

- травосеянию;
- одерновке;
- устройству сборной обрешетки;
- применению гибких плит и т.д.

В зависимости от предполагаемых условий воздействия воды на откос и его заложения при укреплении откоса георешеткой могут быть использованы следующие заполнители: растительный грунт, минеральный дискретный материал(щебень, гравий, песчано-гравийная смесь, в том числе укрепленная цементом), монолитный минеральный материал(цементобетон). В отдельных случаях следует комбиниро-

вать заполнители: например, ячейки георешетки на обочине заполняют щебнем, на поверхности откоса – растительным грунтом, в нижней подтапливаемой части откоса – монолитным цементобетоном. Максимальный размер зерен минерального материала, используемого в качестве заполнителя, зависит от высоты и горизонтальных размеров ячеек георешетки. Помимо требований к размеру зерен заполнителя, определенные требования предъявляются и к геометрическим параметрам георешеток.



**Рисунок 1 – Укрепление откосов**

Для обеспечения дренажа конструкции укрепления и защиты грунта откоса от размыва применяют подстилающую прослойку из нетканого геотекстильного материала, который назначают исходя из его характеристик и в зависимости от материала заполнителя. Для облегчения дренажа атмосферных и сточных вод ребра стенок ячеек георешетки могут изготавливаться со специальной перфорацией.

На подтапливаемых откосах геотекстильная прослойка может быть использована в качестве обратного фильтра.

После проведения нормативных мероприятий по укреплению земельных откосов, никаких дополнительных мероприятий по уходу и обслуживанию конструкция из георешетки не требует.

Таким образом, использование георешетки для укрепления откосов является перспективным направлением в дорожно-строительной отрасли ввиду высокой эффективности при относительно небольших затратах.

УДК 53.083.2

Студ. Е. В. Чесновский

Науч. рук. доц., И. Г. Федосенко

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

## **РАЗРАБОТКА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО МЕТОДА ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСИНЫ КОНСТРУКЦИЙ ИСТОРИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ**

К исторической древесине относят древесину из археологических раскопов, затонувших судов, памятников деревянного зодчества или иных конструкций, которые представляют историческую и культурную ценность.

Высокочастотные колебания не вызывают разрушение материала, а значит могут быть использованы для диагностики хрупкой разрушенной древесины. Многих недостатков лишен способ определения изменения скорости звука, проходящего через материал.

С целью выяснить зависимость основных физико-механических показателей древесины от скорости прохождения через нее звука был выбран измерительный прибор Пульсар-2.1, который позволяет выявлять дефекты, определять прочность, плотность и модуль упругости строительных материалов. Прибор разработан для диагностики минеральных материалов и древесины среди них нет, также, как и нет базы данных, по которой можно было бы измерять скорость звука, прошедшего через древесину, определять ее физико-механические свойства.

Для проведения испытаний были отобраны образцы из заболонной части древесины. Отобрано 40 образцов древесины сосны, 30 образцов древесины ели, 35 образцов древесины березы и 9 образцов археологической древесины сосны, размерами 20×20×300 мм без видимых пороков. Образцы всех пород за исключением археологической древесины были разделены на 5 групп. Каждой группе образцов присваивалась индивидуальная маркировка, соответственно группе влажности 10, 30, 90, 150, 200 %.

После измерения скорости образцы помещались в герметичные емкости (для исключения потери влажности) до испытаний на поперечный изгиб. При статическом изгибе образцов на испытательной машине MTSElectromechanical 100 kN, обеспечивающей заданную скорость нагружения образца, определяли перемещение нагружающей головки и нагрузку, после чего рассчитывали модуль упругости и предел прочности.

По полученным данным, установлены зависимости скорости распространения звука от плотности и влажности древесины сосны, ели и березы.

Маг. Чудук В.М.

Науч. рук. ст. препод. Гайдук С.С.

(кафедра технологии и дизайна изделий из древесины, БГТУ)

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЗЛОВ МЕБЕЛИ В СРЕДЕ МНОГОТЕЛЬНОЙ ДЕТАЛИ В SOLIDWORKS**

Создание и разработка систем автоматизированного проектирования (САПР) – одно из главных направлений научно технического процесса. Это объясняется тем, что промышленный потенциал определяется не только возможностями массового производства новейших изделий техники, но и возможностями их быстрого проектирования. Так как количество вновь разрабатываемых отраслями промышленности изделий удваивается каждые 15 лет, а их сложность каждые 10 лет, то требования к сроку и качеству их проектирования непрерывно растут [1]. Поэтому в настоящее время в процессе проектирования мебели и изделий из древесины все больше используются САПР с целью ускорения и повышения качества процесса проектирования.

Как показывает практика, в прямых затратах времени, чертёжные работы составляют более 30%, в то время как творческие – только 15% (дизайн и проектирование).

Так называемые «косвенные проектные» работы занимают, примерно, 1/3 суммарного времени конструктора. Отсюда следует, что первым направлением рационализации процесса проектирования является автоматизация выполнения «рутинных» этапов с помощью средств вычислительной техники.

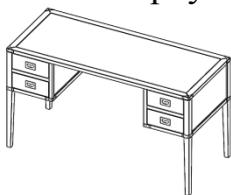
В качестве примера использования рассмотрим программный продукт SolidWorks, который позволяет создавать трехмерные модели будущих изделий, с помощью которых можно оценить конструкцию и провести исследования различных свойств проектируемого изделия.

Готовые мебельные и столярные изделия включают в себя множество деталей, подборок и сборок. Наличие большого количества компонентов изделия вызывает необходимость выбора способа их оптимальной и логической организации в проекте. Часто встречаются такие узлы как рамочно-филенчатые фасады, мебельные ящики, цокольные коробки и некоторые корпуса, которые являются подбороками изделия, зачастую однотипными, но с различными конфигурациями и типоразмерами. В процессе проектирования таких узлов конструктор сталкивается с двумя принципиальными подходами:

- проектирование в среде «деталь-сборка».
- проектирование в среде многотельной детали.

Первый способ является классическим. Трехмерная деталь является основным стандартным блоком программного обеспечения механического проектирования SolidWorks. В документе «Сборка» собираются в единый узел смоделированные и сохраненные ранее детали: сначала размещаются в пространстве, сопрягаются вместе и фиксируются (рис. 1).

Второй способ проектирования узлов мебели основывается на многотельных деталях. Многотельная деталь состоит из нескольких твердых тел, которые не являются динамическими (рис. 2). Однако если необходимо представить динамическое перемещение тел, следует использовать сборку.



**Рисунок 1 – Стол письменный спроектированный в среде «деталь-сборка»**



**Рисунок 2 – Каркас комода спроектированного в среде многотельной детали**

При таком подходе не требуется создавать каждую деталь узла поотдельности и в отдельном файле. Простыми операциями выталкивания создаются отдельные панели корпуса (стенки, полки, перегородки и т.д.), операцией «бобышка по траектории» проектируются целые комплекты штапиков, рамок, карнизов в одном документе многотельной детали. В таком документе не существует сопряжений, которые могут быть разрушены. Таким образом среда многотельного проектирования значительно снижает временные затраты конструкторской деятельности, а так же снижает потребность в ресурсах компьютера.

Таким образом, можно сказать, что основным направлением развития проектирования мебели является внедрение систем автоматизирования проектирования с разработкой трехмерной модели готового изделия, что позволяет сократить время на проектирование и значительно повысить качество получаемой продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бунаков П. Ю. Автоматизация мебельных предприятий: История и современность // Мебельщик. – 2005 – № 2 [Электронный ресурс]. URL: <http://forum.tecnocom-ug.ru/viewtopic.php?t=1557>. (Дата обращения 07.10.2016).

Студ. В.Т. Швед

Науч. рук. доц., А. А. Гришкевич,

Инж. О.И. Костюк

(кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов БГТУ)

## **МЕХАНИЗМ ОЧИСТКИ ШЛИФОВАЛЬНОЙ ЛЕНТЫ ДЛЯ МАШИНЫ HOUFEK BULDOG FRC 910**

Производительность деревообрабатывающего оборудования непосредственно связана с периодом стойкости шлифовального инструмента (шлифовальной ленты). Это возможно за счёт быстрой очистки шлифовальной ленты в процессе работы шлифовального узла, что существенно увеличит её режущие характеристики и следовательно повысит период стойкости.

Однако, использование для очистки ленты воздушных сопел, применяемых в базовой комплектации станка, не обеспечивает полной и качественной очистки так как их мощность не велика, а остатки продуктов резания требуют больших усилий для отделения их от ленты.

Рассмотрены следующие способы очистки шлифовальных лент:

– удаления продуктов резания с поверхности шлифовальной ленты во время её работы путем механического воздействия (ударами) на неё с нерабочей стороны;

– удаление продуктов резания с поверхности шлифовальной ленты во время её работы путем прижатия рифлёной пластины к рабочей поверхности ленты. Недостатком является то, что пластина требует обильного охлаждения, так как в результате трения нагревается;

– удаления продуктов резания с поверхности шлифовальной ленты во время её работы путем прижатия ребра тонкой пластины из термостойкого материала к рабочей поверхности ленты. Недостатком является быстрое истирание пластины.

Предлагается новый способ очистки шлифовальной ленты от остатков продуктов резания, превосходящий вышеназванные по качеству очистки и эффективности.

Идея заключается в удалении продуктов резания с поверхности шлифовальной ленты во время её работы путем механического воздействия (ударов) на неё с рабочей стороны.

В качестве деревообрабатывающего оборудования был выбран фрезерно-шлифовальный станок Houfek Bulldog Brick FRC-910. Вариант устройства рассматривается на примере 1-го основного шлифовального узла [1].

Перед проектированием механизма для очистки шлифовальной ленты была рассчитана частота ударов о ленту, необходимая для обеспечения нужного напряжения, способствующего отрыву продуктов резания, которое было получено опытным путем. Для отрыва продуктов резания необходимо выполнение данного условия, определяемого формулой 1 [2].

$$\rho_{\text{л}} ah \geq \sigma_{\text{отр}} , \quad (1)$$

где  $a$  – ускорение, м/с<sup>2</sup>;

$h$  – высота фракции остатков продуктов резания, м;

$\rho_{\text{л}}$  – плотность фракции остатков продуктов резания, кг/м<sup>3</sup>.

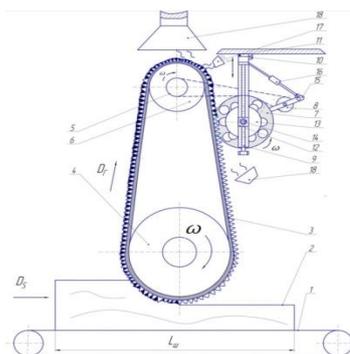
$\sigma_{\text{отр}}$  – необходимое напряжение для удаления продукта резания из впадины между зернами шлифовальной ленты.

Необходимая частота ударов о ленту рассчитывается согласно источнику [3] по формуле 2.

$$\omega_{\text{м}}^2 \geq \frac{2\sigma_{\text{отр}}}{\rho_{\text{л}} \cdot b^2} , \quad (2)$$

где  $b$  – больший радиус барабана механизма очистки.

Процесс очистки представлен на рисунке 1.

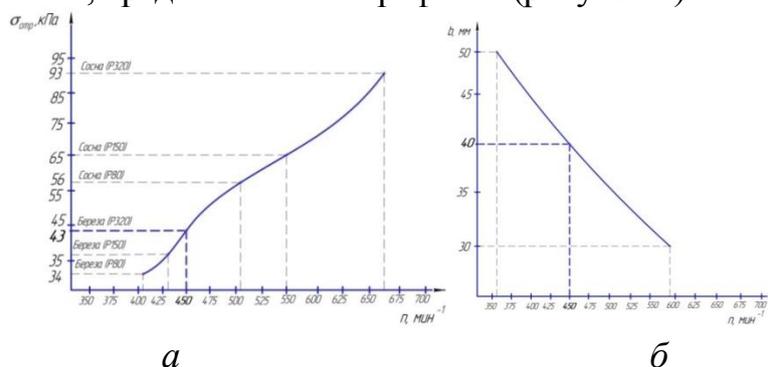


1 – подающий конвейер; 2 – заготовка; 3 – шлифовальная лента; 4 – приводной барабан; 5 – ведущий шкив; 6 – ремень; 7 – натяжной шкив; 8 – ведомый шкив; 9 – винтовая передача; 10 – поворотный механизм; 11 – отверстия фиксации устройства в рабочем положении; 12 – ползун; 13 – барабан; 14 – рукоятка для отвода устройства; 15 – рукоятка для натяжения ремня; 16 – винтовая передача; 17 – воздушное сопло; 18 – вытяжка

**Рисунок 1 – Процесс очистки шлифовальной ленты**

Рассчитана оптимальная частота вращения барабана для осуществления очистки ленты при шлифовании различных пород древесины. За основу брались экспериментальные данные требуемого напряжения для отрыва остатков продуктов резания древесины берёзы и сосны. Механизм проектировался согласно среднему значению частоты вращения барабана  $n = 450 \text{ мин}^{-1}$  и его диаметра  $d = 40 \text{ мм}$ .

Оптимальные частоты вращения барабана, обеспечивающие необходимые напряжения для отрыва продуктов резания с поверхности шлифовальной ленты, представлены на графиках (рисунок 2).



*a* – зависимость напряжения для удаления остатков продуктов резания от частоты вращения барабана; *б* – зависимость высоты выступов на барабане от частоты вращения барабана для создания нужных напряжений.

**Рисунок 2 – Графики оптимальных частот вращения барабана**

**Выводы:** 1. Необходимость использования данного способа очистки способствует:

а) быстрой очистке шлифовальной ленты, при этом не происходит уменьшения производительности процесса шлифования;

б) увеличению износостойкости ленты;

2. Относительно не сложная конструкция механизма за счет применения стандартных деталей, которая влечет за собой не высокие затраты на его изготовление и эксплуатацию.

3. Из графиков видно, что для увеличения или уменьшения напряжения для удаления остатков резания  $\sigma_{отр} =$  от 34 до 93 кПа необходимо изменять частоту вращения барабана в диапазоне от 400 до 650  $\text{мин}^{-1}$ , путем изменения диаметра натяжного шкива, или изменять радиус выступов барабана от 30 до 50 мм, путем их замены.

3. Высокий диапазон настроек механизма очистки позволяет более точно обеспечить необходимое усилие воздействия на ленту.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Широколенточный калибровально-шлифовальный станок – серия BULLDOG. Руководство по эксплуатации. HOUFEK Woodworking Machines, 2007. –75 с.

2. Владимиров, В. С. Уравнения математической физики, 2 изд. / В.С. Владимиров, В. В. Жаринов – 2 изд. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 400 с.

3. Тихонов, А. Н. Уравнения математической физики. 5 изд. / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский – 5 изд. – Москва: Наука, 1977. – 735 с.

Студ. А.Г. Шинкевич

Науч. рук. к.т.н. А.О. Германович

(кафедра лесных машин и технологий лесозаготовок, БГТУ)

## **РУБИЛЬНАЯ МАШИНА НА БАЗЕ ШАССИ АМКОДОР С ВОЗМОЖНОСТЬЮ АВТОНОМНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РУБИЛЬНОГО МОДУЛЯ**

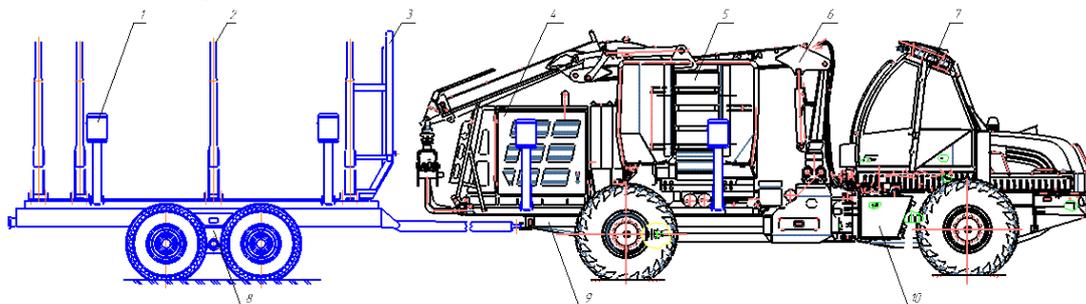
В настоящее время во многих странах мира наблюдается повышение интереса к возобновляемым источникам энергии. Это связано с непрерывно уменьшающимися запасами ископаемых энергоносителей, ухудшением экологии, связанным с газовыми выбросами, приводящими к парниковому эффекту, а также стремлением многих стран к энергонезависимости и энергобезопасности. Одним из таких источников энергии является древесина. Переработка отходов лесозаготовок при помощи мобильных рубильных машин является одной из наиболее доступных и в то же время эффективных технологий переработки древесины на топливную щепу.

На сегодняшний день существует большое разнообразие рубильных машин. Наиболее универсальной является самоходная рубильная машина, обладающая рядом преимуществ, таких как - возможность работы непосредственно на лесосеке и на лесном складе. Работа мобильной рубильной машины состоит из повторяющегося цикла, который включает две затратные временные составляющие. Первая составляющая представляет собой непосредственно сам процесс измельчения древесного сырья в щепу, а вторая – транспортная (переезды от одного места концентрации сырья к другому). Эффективность работы мобильной рубильной машины зависит от количества измельченной древесины, т.е. от производительности. Машина имеет ряд основных параметров, взаимодействие которых следует обосновать соответствующими расчетами и анализом. Несоответствие основных параметров приведет к лишним затратам энергии, массы при работе.

Анализ существующих конструкций и предложений авторов позволило нам предложить новый вариант мобильной рубильной машины на базе шасси “Амкодор” с возможностью автономного использования рубильного модуля. Общий вид машины представлен на рисунке 1.

Данная машина удовлетворяет природно-производственным условиям Республики Беларусь. Она базируется на шасси с колесной формулой 4К4, имеет раму с шарнирно-сочлененным исполнением и включает два модуля: тяговый и технологический. Тяговый модуль

включает в себя двигатель и кабину оператора, а технологический – рубильную установку с автономным двигателем и гидроманипулятор для подачи сырья. Тяговый модуль позволяет машине быть самоходной и самостоятельно перемещаться по лесосеке и на небольшие расстояния по дорогам общего пользования.



1 – аутригер; 2 – коник; 3 – защитное ограждение; 4 – силовая установка; 5 – рубильная установка; 6 – гидроманипулятор; 7 – кабина оператора; 8 – балансир; 9 – полурама технологического модуля; 10 – полурама тягового модуля

**Рисунок 1– Многофункциональная мобильная рубильная машина**

Предлагаемая нами конструкция машина позволит изменить технологический процесс заготовки древесины и ее измельчения. Данная машина измельчает щепу и самостоятельно собирает сырье для переработки в труднодоступных лесных условиях, что значительно снижает себестоимость переработки и измельчения сырья, а также способствует повышению производительности, эффективности и расширению технических возможностей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лесные машины «Амкордор» : учеб.-метод. пособие для студентов специальностей 1-46 01 01 «Лесоинженерное дело», 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса», 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» / А. С. Федоренчик, А. А. Герман, П. А. Протас. – Минск : БГТУ, 2013. – 240 с
2. Мохов С.П. Анализ конструктивных особенностей рубильных машин/ Мохов С. П., Германович А. О// Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообаб. промышленность. – 2011. С. 22-24.
3. Германович А.О.. Основные направления совершенствования мобильных рубильных машин / Германович А.О.// Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообаб. промышленность. – 2012. С.99-104.

УДК 630\*36

Студ. И. В. Шпак

Науч. рук. к.т.н. П. А. Протас

(кафедра лесных машин и технологии лесозаготовок, БГТУ)

## **ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ГЛХУ «МАЛОРИТСКИЙ ЛЕСХОЗ»**

ГЛХУ «Малоритский лесхоз» Брестского государственного производственного лесохозяйственного объединения расположено в юго-восточной части Брестской области на территории Малоритского и Брестского районов. Заготовка древесины в учреждении с каждым годом увеличивается, например: в 2014 г. заготовлено 97 тыс. м<sup>3</sup>; в 2015 г. – 107 тыс. м<sup>3</sup>; в 2016 г. – 120 тыс. м<sup>3</sup> древесного сырья, из которых:

- на рубках главного пользования 60 тыс. м<sup>3</sup>;
- на рубках промежуточного пользования 32 тыс. м<sup>3</sup>;
- на прочих рубках 28 тыс. м<sup>3</sup>.

При этом машинная заготовка собственными мощностями осуществляются только на промежуточных рубках харвестером Vimek 404 T4, которым в 2016 г. было заготовлено около 9 тыс. м<sup>3</sup>.

Средний объем хлыста по лесхозу составляет: на рубках главного пользования – 0,35–0,50 м<sup>3</sup>; на рубках промежуточного пользования – 0,09–0,15 м<sup>3</sup>.

На рубках главного пользования на лесосечных работах в лесхозе применяется три системы машин:

- 1) бензиномоторная пила (Stihl-361MS, Husqvarna-365) + форвардер (Амкодор-2661);
- 2) бензиномоторная пила (Stihl-361MS, Husqvarna-365) + прицепной форвардер (МПТ-461.1);
- 3) бензиномоторная пила (Stihl-361MS, Husqvarna-365) + трелевочный тягач с канатно-чокерным оборудованием (Амкодор 2243В).

Средняя производительность прицепных форвардеров в условиях ГЛХУ «Малоритский лесхоз» составляет 36,7 м<sup>3</sup>, при среднем расстоянии трелевки 1100 м, а форвардера Амкодор-2661 – 44,2 м<sup>3</sup>, при среднем расстоянии трелевки 1300 м.

На рубках промежуточного пользования в хвойных насаждениях в лесхозе применяют систему машин, состоящую из харвестера Vimek 404 T4 и прицепного форвардера МПТ-461.1, а в лиственных насаждениях – систему машин: бензиномоторная пила (Stihl-361MS, Husqvarna-365) + прицепной форвардер (МПТ-461.1).

Средняя производительность харвестера Vimek 404 T4 в смену составляет 18,6 м<sup>3</sup>.

Вывозка заготовленных лесоматериалов с лесосеки осуществляется сортиментами. На вывозке используют самогружающиеся автомобили-сортиментовозы МАЗ-6303А8 с прицепом МАЗ-83781 в количестве 5 машин. Среднее расстояние вывозки по лесхозу составляет 32 км. Средняя нагрузка на рейс составляет 28,2 м<sup>3</sup>. Сменная производительность автомобиля-сортиментовоза составляет 43,4 м<sup>3</sup>.

Наибольший объем лесозаготовок в Малоритском лесхозе осуществляется системой машин: бензиномоторная пила + прицепной форвардер.

К недостаткам лесозаготовительного процесса в ГЛХУ «Малоритский лесхоз» можно отнести следующие:

- использование ручного труда (можно снизить за счет внедрения многооперационной техники);
- значительный износ лесозаготовительной техники;
- отсутствие передвижных ремонтных мастерских, которые позволили бы осуществлять ремонт техники на лесосеке.

Выполненный анализ производственной деятельности предприятия позволил сделать вывод, что исходя из эксплуатационных условий наиболее подходят универсальные харвестеры. К универсальным харвестерам можно отнести Амкодор 2541, Ponsse Ergo, Sampo-1066 и др. Такие машины имеют массу 9500–14500 кг, мощность двигателя 80–160 кВт, вылет и грузовой момент манипулятора соответственно 9–10 м и 80–140 кН·м.

Учитывая также габариты приведенных харвестеров, они могут эффективно эксплуатироваться в насаждениях с объемом хлыста  $V_{\text{хл}} = 0,17–0,5$  м<sup>3</sup>, диаметром в области спиливания дерева  $d = 150–550$  мм, максимальным диаметром срезаемых сучьев до 150 мм.

Приведенные универсальные харвестеры могут эффективно осваивать до 80–85 % лесфонда при проведении рубок главного и промежуточного (прореживания, проходные рубки) пользования.

Комплексное применение харвестеров повысит эффективность их использования. При этом можно выделить следующие достоинства:

- наиболее полная загрузка оборудования;
- универсальность, т.е. возможность работы на различных рубках с высокой производительностью;
- минимизация удельных капитальных вложений и эксплуатационных затрат;
- уменьшение воздействия на лесную среду.

УДК 674.093

Студ. Е.В. Шульга

Науч. рук. асс. Д.П. Бабич

(кафедра технологии деревообрабатывающих производств, БГТУ)

**ВЛИЯНИЕ ДРОБНОСТИ СОРТИРОВКИ НА ОБЪЕМНЫЙ ВЫХОД ПИЛОМАТЕРИАЛОВ В ЛЕСОПИЛЬНОМ ЦЕХУ  
ОАО «ФанДОК»**

В настоящее время лесопильный цех ОАО «ФанДОК» состоит из трех потоков, на каждом из которых распиливаются бревна определенных диаметров. На складе сырья, в связи с отсутствием сортировочного конвейера, производится ручная сортировка бревен на три группы: 16-20 см (1 поток); 22-30 см (2 поток); 32-38 см (3 поток). Как указано в аналитическом обзоре такая кратность сортировки бревен может приводить к уменьшению объемного выхода пиломатериалов, поэтому одним их основных направлений по реконструкции лесопильного цеха является оборудование склада сырья сортировочного конвейером с автоматическим устройством определения параметров бревен. Для проведения технологических и экономических расчетов такого решения требуется знать, насколько именно увеличится объемный выход пиломатериалов при распиловке бревен по оптимальным поставкам для каждого четного диаметра.

Таким образом, основная цель настоящего исследования может быть сформулирована следующим образом: определить процентный выход пиломатериалов при распиловке бревен в лесопильном цеху ОАО «ФанДОК» при существующей сейчас сортировке на три группы по потокам и при сортировке бревен по четным диаметрам.

Исходными данными для проведения исследования являются спецификация сырья поступающего на распиловку (таблица 2.1), спецификация пиломатериалов, которые следует получить при распиловке бревен (таблица 2.2), данные о оборудовании установленном в лесопильных потоках.

Составление и расчет поставок на распиловку бревен производили по методике разработанной профессором Н. А. Батиным.

Полученные при расчетах данные были проанализированы, затем был рассчитан средний объемный выход пиломатериалов. Установлено, что при установке автоматизированного конвейера для сортировки бревен по четным диаметрам произойдет увеличение объемного выхода пиломатериалов по плану раскроя на  $\Delta\eta_{cp} = \eta_{1cp} - \eta_{2cp} = 58,4 - 54,25 = 4,15$  %.

Студ. А.П. Юхневич

Науч. рук. доц., к.т.н. С.А. Голякевич

(кафедра лесных машин и технологи лесозаготовок, БГТУ)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРУЗОК В УЗЛАХ ЛЕСНЫХ МАШИН С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ANSYS**

Современное проектирование лесных машин, представляет собой сложный процесс который невозможен, без знания систем автоматизированного проектирования (CAD – Computer Aided Design), автоматизированного производства (CAM – Computer Aided Manufacturing) и автоматизированного инженерного анализа (CAE - Computer Aided Engineering). Такие CAD/CAM системы как AutoCAD, PTC Creo Parametric, NX и SolidWorks широко используются для компьютерного моделирования работы лесных машин.

Для решения задач прочности и усталостной долговечности, используются пакеты инженерного анализа, CAE-системы инженерного анализа (Abaqus, Ansys, Nastran, Marc, Adams и другие) позволяют не только выполнить качественное моделирование систем различной физической природы (гидравлика, механика и др.), но и исследовать отклик этих систем на внешние воздействия в виде распределений напряжений, скоростей, и т.д. Использование таких программ в проектировании лесных машин помогает сократить цикл разработки, снизить стоимость изделий и повысить качество продукции.

Одним из самых распространенных таких комплексов сегодня является программа Ansys, использующая метод конечных элементов. Ansys является средством, с помощью которого создается компьютерная модель или обрабатывается CAD-модель конструкции, изделия или его составной части. Программа используется для оптимизации проектных разработок на ранних стадиях, что снижает стоимость продукции. Все это помогает конструкторам лесных машин сократить цикл разработки, состоящий в изготовлении образцов - прототипов, их испытаний и повторного изготовления образцов.

В ряде случаев испытания образцов являются нежелательными, поэтому использование программного пакета Ansys, позволяет на ранних стадиях проектирования, предположить рациональные конструкции и избежать проведения экспериментов.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Голякевич С.А. Повышение надежности несущих конструкций многооперационных лесных машин выбором режимов работы на основе энергетического потенциала: автореф. дис. ... канд. техн. наук.: Минск., 2013. – 27 с.

Студ. А.А. Данилова  
Науч. рук. доц., канд. с.-х. наук К.В. Шестак  
(СибГАУ, кафедра селекции и озеленения)

## ОЦЕНКА ТЕМПОВ РОСТА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ

Интродукция древесных видов, как составная часть ботанического ресурсоведения, является одним из основных путей обогащения местного генофонда растений, позволяя решать теоретические и самые различные практические задачи.

Дендрарий СибГАУ, расположенный в пригороде Красноярска, основан в 1948 г. и считается, по праву, одним из старейших на юге Средней Сибири. В настоящее время экспозиция дендрария представлена более 200 таксонами из различных флористических регионов, которые являются объектом регулярных исследований процессов адаптации экзотов в сложных эколого-климатических условиях [2]. Климат территории резко континентальный, весна скоротечна с резкими колебаниями температур, лето умеренно теплое с достаточным увлажнением, теплыми днями и холодными ночами, безморозный период короткий [1].

Интродукция растений, в особенности древесных, не всегда имеет положительный результат. Успешной она бывает в тех случаях, когда новые условия среды достаточно полно соответствуют биологическим и экологическим особенностям интродуцента. При отсутствии такового соответствия растения плохо приспособляются за пределами естественного ареала, и, часто, не акклиматизировавшись, гибнут [3]. Одним из показателей степени адаптации видов в пункте интродукции является своевременность завершения ростовых процессов, обуславливающая успешность перезимовки растений, что особенно важно в условиях Сибири.

Объектом исследований послужили виды дальневосточной флоры семейства *Rosaceae* Juss.: *Padus maackii* Kom. (1), *Prunus ussuriensis* Koval. (2), *Pyrus ussuriensis* Maxim. (3), *Rosa rugosa* Thunb. (4). Для выявления индивидуальной внутривидовой изменчивости в биогруппах каждого вида изучалось по три биотипа.

Анализ сезонного роста и развития однолетних побегов показал наличие видовых и биотипических особенностей данного процесса. Установлено, что интенсивность прироста побегов зависит от длительности процесса.

Так, у растений *Rosa rugosa*, отличающихся длительным ростом, наибольшей интенсивности он достигает ближе к завершению. У *Padus maackii* и *Pyrus ussuriensis*, имеющих примерно одинаковые, средние, по сравнению с остальными видами, сроки, максимальный прирост побегов отмечается ближе к середине вегетации (таблица 1).

**Таблица 1 – Прирост однолетних побегов**

№ вида	№ биотипа	20.05	28.05	4.06	12.06	18.06	25.06	02.07	09.07	16.07	23.07	30.07	06.08	20.08
1	1	0	0,4	2,2	3,4	3,4	4,4	4,6	2,6	1,8	1,0	-	-	-
	2	0	0,4	3,2	3,4	3,3	3,4	4,4	2,0	1,2	1,0	-	-	-
	3	0	0,3	2,4	4,2	3,6	4,4	2,8	1,8	1,8	1,0	-	-	-
2	1	0	0,2	1,6	2,2	2,2	0,5	0,2	-	-	-	-	-	-
	2	0	0,2	3,0	2,4	2,8	0,8	0,4	-	-	-	-	-	-
	3	0	0,2	3,0	3,0	2,4	0,4	0,2	-	-	-	-	-	-
3	1	0	0,5	2,3	3,6	3,6	4,0	4,2	2,6	-	-	-	-	-
	2	0	0,4	3,3	3,8	3,8	4,0	4,3	2,3	-	-	-	-	-
	3	0	0,6	2,4	4,0	4,2	4,5	4,7	2,0	-	-	-	-	-
4	1	0	0,4	1,6	2,0	2,2	1,2	1,6	2,4	2,2	2,6	2,2	1,6	2,0
	2	0	0,4	1,6	1,4	1,6	1,2	1,0	2,2	2,6	2,6	2,0	2,2	1,6
	3	0	0,3	1,8	2,2	2,2	1,4	1,6	2,8	2,6	2,6	2,6	2,0	1,0

У растений *Prunus ussuriensis*, характеризующихся короткими сроками ростовых процессов, наибольшая интенсивность прироста наблюдается вскоре после начала роста (первая–вторая декада июня).

Уровень изменчивости прироста за учетный отрезок времени (семь дней) у всех видов высокий и очень высокий (таблица 2).

**Таблица 2 – Показатели прироста побегов за учетное время**

№ вида	№ биотипа	X, см	± m, см	V, %
1	1	1,98	0,49	86,5
	2	1,85	0,46	87,0
	3	1,85	0,46	88,4
2	1	1,14	0,39	83,7
	2	1,60	0,51	79,4
	3	1,53	0,57	91,7
3	1	2,97	0,48	43,5
	2	3,12	0,54	43,6
	3	3,20	0,58	48,4
4	1	1,83	0,17	32,8
	2	1,70	0,18	38,6
	3	1,94	0,22	39,5

Значительное влияние на роста и развитие растений в целом и на прирост побегов, в частности, оказывают погодные условия периода вегетации. Так, у растений *Rosa rugosa* прослеживается

тесная связь между средним приростом на дату учета и температурой воздуха на данный период (рисунок 1): при увеличении температуры происходит увеличение прироста, а при снижении температуры – его уменьшение.

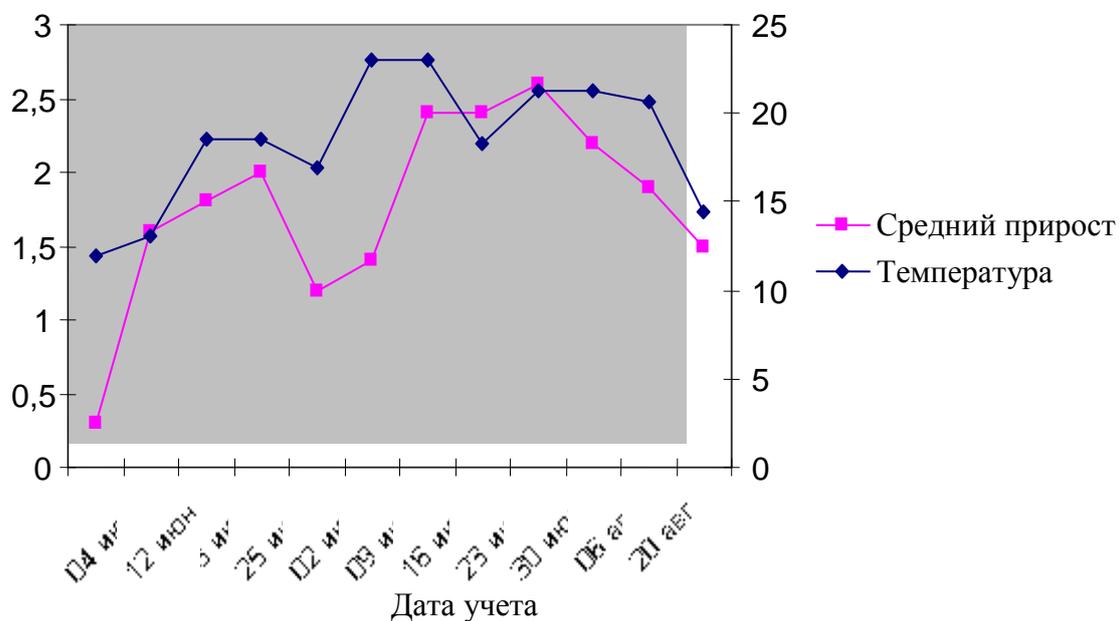


Рисунок 1 – Связь прироста (*Rosa rugosa*) и температуры воздуха

В целом, при благоприятных погодных условиях, сезонный рост и развитие побегов у всех изучаемых интродуцентов происходит своевременно и завершается одревеснением, что является предпосылкой их успешной перезимовки и адаптации в данном районе. Данные виды могут быть рекомендованы для применения в культуре Сибирского региона с учетом их экологических характеристик.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Коропачинский, И. Ю. и др. Анализ климата основных интродуционных центров Сибири в связи с проблемой интродукции / Интродукция растений Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск, 1983. – С. 15-22.

2 Матвеева, Р. Н. и др. Интродукция растений в дендрарии СибГТУ. – Красноярск, 2000. – 194 с.

3 Петухова, И.П. Эколого-физиологические основы интродукции древесных растений. – М., 1981. – 125 с.

**СОДЕРЖАНИЕ**  
**Секция**  
**ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННАЯ**

1	<i>Маслаков А.С., Бойко М.В.</i> Опыт полосно-постепенных рубок в сосновых насаждениях ГЛХУ «Старобинский лесхоз».....	5
2	<i>Шинтар Д.А.</i> Лесоводственная эффективность мероприятий по содействию естественному возобновлению на вырубках после сплошных рубок главного пользования в Волковысско-Новогрудском геоботаническом районе.....	8
3	<i>Клименко О.Л.</i> Лесоводственная эффективность мероприятий по содействию естественному возобновлению на вырубках в ГЛХУ «Чериковский лесхоз».....	11
4	<i>Прищепов А.А.</i> Естественное возобновление на участках, пройденных полосно-постепенными рубками главного пользования в сосняках Вилейского опытно-производственного лесничества ГОЛХУ «Вилейский опытный лесхоз» .....	14
5	<i>Евсюченя С.Б.</i> Лесоводственная эффективность мероприятий по содействию естественному возобновлению леса при формировании сосновых насаждений ГОЛУ «Копыльский опытный лесхоз» .....	17
6	<i>Дмуховская В.С.</i> Рубки ухода в сосновых насаждениях Волковысского лесничества .....	21
7	<i>Бойко М.С.</i> Углеродный баланс Орликовского лесничества .....	24
8	<i>Старовойтова И.В.</i> Выделение и режим использования природоохранных объектов в пригородной зоне г. Могилева .....	27
9	<i>Сергутко Е.В.</i> Формирование сосновых древостоев рубками ухода (на примере ГОЛХУ «Речицкий опытный лесхоз») .....	31
10	<i>Дегтярик А.Р.</i> Лесоводственная эффективность полосно-постепенных рубок в сосновых насаждениях ГЛХУ «Ивацевичский лесхоз» .....	34
11	<i>Гаврилова Н.В.</i> Опыт рубок ухода в сосновых насаждениях Глушанского опытно-производственного лесничества ГЛХУ «Бобруйский лесхоз» .....	37
12	<i>Коницев С.А.</i> Влияние прореживаний и проходных рубок на видовое разнообразие живого напочвенного покрова в сосновых насаждениях Пригородного лесничества ГОЛХУ «Борисовский опытный лесхоз» .....	40
13	<i>Глушко А.А.</i> Изучение роста культур дуба черешчатого в Лясковичском лесничестве ГПУ НП «Припятский» .....	43
14	<i>Заранкова О.Г.</i> Селекционная инвентаризация насаждений и деревьев ели европейской в ГЛХУ «Бельничский лесхоз».....	46
15	<i>Мащицкий А.В.</i> Лесовосстановление хвойных видов в Калиновском лесничестве ГЛХУ «Любанский лесхоз» .....	49

16	<i>Сацура И.Л.</i> Мероприятия по совершенствованию постоянной лесосеменной базы сосны обыкновенной в ГЛХУ «Червенский лесхоз» .....	52
17	<i>Слука Т.В.</i> Продуктивность сосновых насаждений искусственного происхождения.....	55
18	<i>Федорашко Е.А.</i> Исследование химических свойств субстрата и биометрических показателей семян сосны в условиях закрытого грунта .....	58
19	<i>Шпиганович А.В., Кобзарь С.В.</i> Применение различных известковых материалов для раскисления торфа при выращивании семян ели европейской с закрытой корневой системой .....	61
20	<i>Ющук Р.А.</i> Выделение кандидатов в плюсовые деревья в УП «Минское лесопарковое хозяйство» .....	64
21	<i>Шебушев А.В.</i> Опыт использования ЭМВ HAGLOF DIGITECH PROFESSIONAL и дендрометра RITERION RD 1000 .....	67
22	<i>Пастушенко М.С.</i> Анализ буссолей для лесной съемки .....	70
23	<i>Децук Д.А.</i> Формирование сосняков мшистых искусственного происхождения при различных режимах лесовыращивания в ГЛХУ «Дрогичинский лесхоз» .....	73
24	<i>Соловей Ю.Ю., Пархомчик Д.И.</i> Повыдельная качественная оценка лесов в ГГИС «Лесные ресурсы».....	76
25	<i>Поплевко С.А., Акимова Е.А.</i> Качественная оценка сосновых древостоев ГЛХУ «Молодечненский лесхоз» с использованием ГИС-технологий .....	80
26	<i>Шебушев А.В.</i> Анализ лесотаксационных инструментов для выборочной таксации леса .....	84
27	<i>Пастушенко М.С.</i> Влияние ели на прирост сосны в смешанном сосново-еловом насаждении .....	87
28	<i>Степанюк В.В.</i> Лесопатологическое состояние еловых насаждений Ратомского лесничества ГСЛХУ «Боровлянский спецлесхоз» .....	90
29	<i>Шанько Т.В.</i> Состояние посадочного материала в постоянном лесном питомнике ГЛХУ «Витебский лесхоз» .....	94
31	<i>Позняк Е.Ю.</i> Особенности роста мицелия гриба <i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl. <i>in vitro</i> .....	97
30	<i>Огур Е.М.</i> Скорость роста мицелия <i>Epicoctum nigrum</i> Link. на различных питательных средах .....	100
32	<i>Воронецкая Ю.А.</i> Мероприятия по улучшению санитарного состояния ельников Узденского лесничества .....	103
33	<i>Куценко Е.С., Воронецкая Ю.А.</i> Повышение биологической устойчивости ельников Дзержинского лесничества .....	106
34	<i>Семейко Е.И.</i> Пути формирования очагов почвообитающих вредителей в лесных питомниках .....	109

35	<i>Иваненко Т.А.</i> Санитарно-оздоровительные мероприятия в сосняках Ветринского лесничества ГЛХУ «Полоцкий лесхоз» .....	112
36	<i>Колотовкина А.А.</i> Санитарное состояние сосняков Шумилинского лесничества и мероприятия по повышению их устойчивости .....	115
37	<i>Лях Д.О., Канчанин И.В.</i> Состояние и перспективы развития популяций охотничьих животных семейства оленьих в ГЛУ «Минский лесхоз» .....	118
38	<i>Вонселев М.Ю., Флорьянович Е.В.</i> Перспективы создания вольера для лани европейской в охотничьем хозяйстве ГЛХУ «Белыничский лесхоз» .....	121
39	<i>Гурин М.С., Бурштын В.Н., Климец Д.А.</i> Результаты изучения мегафауны в природных комплексах Налибокская пуца и Красный Бор .....	124
40	<i>Алехно А.П.</i> Зарубежная практика озеленения территорий учреждений, обеспечивающих получение среднего образования .....	127
41	<i>Альшевская А.З.</i> Опыт создания современных городских общественных пространств .....	130
42	<i>Борис И.Л.</i> Общая характеристика состояния древесных растений на территории Фрунзенского района г. Минска .....	134
43	<i>Водянович Т.Г.</i> Ассортимент и состояние привитых декоративных форм лиственных деревьев в композициях партерной части ботанического сада Белорусского государственного технологического университета .....	137
44	<i>Гейц С.А.</i> Выкарыстоўванне ірадэкаваных драўняных раслін у парках Беларусі і за яе межамі .....	140
45	<i>Дерюжина М.А.</i> Анализ особенностей создания топиарных композиций в оформлении объектов озеленения г. Минска .....	144
46	<i>Евсеев С.А.</i> Исторический опыт создания лекарственных садов и подбор ассортимента растений для них .....	148
47	<i>Жабченко Е.С.</i> Детские игровые развивающие площадки .....	151
48	<i>Зеленковская О.И.</i> История возникновения и развития пригородных зон .....	155
49	<i>Зинович А.А.</i> Древовидные пионы коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси .....	158
50	<i>Королькова Ю.А.</i> Белорусский и зарубежный опыт озеленения дворовых территорий .....	161
51	<i>Овлашевич Е.И.</i> Особенности и опыт создания минидендропарков на территориях лесхозов Беларуси .....	164
52	<i>Партасевич Н.В.</i> Современные тенденции проектирования и устройства малых городских садов .....	168
52	<i>Смурага В.С.</i> Ассортимент и состояние декоративных злаков в коллекции центрального ботанического сада НАН Беларуси .....	171

53	<i>Ясенко Е.А.</i> Характерные черты традиционного белорусского цветника .....	174
54	<i>Бахар Ю.А.</i> Разработка мероприятий для организации активного отдыха детей на базе горнолыжного центра «Силичи» .....	177
55	<i>Гиль Е.И.</i> Организация эколого-познавательного водного маршрута по территории расположения ГЛХУ «Воложинский лесхоз» .....	180
56	<i>Максимова В.В.</i> Анализ направлений развития экологического туризма на территории Республиканского ландшафтного заказника «Налибокский» .....	184
57	<i>Тапчевская В.А., Чистая С.А.</i> Корневые патогены старовозрастных деревьев Летнего сада Санкт-Петербурга .....	186
58	<i>Тапчевская В.А., Коренькова Е.С., Козека Д.В.</i> Повышение стойкости древесины к ксилолизу методом термической модификации .....	189

### **Секция ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКИ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

1	<i>Антоник А.Ю.</i> Эколого-химические свойства термомодифицированной древесины сосны.....	193
2	<i>Башикиров В. И.</i> Торрефикация местного топлива.....	194
3	<i>Бобер М.Э.</i> Выбор обобщенного уравнения подобия для расчета теплоотдачи низкоробристых труб.....	196
4	<i>Болочко Д. Л.</i> Разработка и анализ работы модели фрезерного инструмента с адаптивными свойствами.....	199
5	<i>Гайдук А.И.</i> Построение 3d модели инфракрасной сушильной установки с использованием программы 3DS MAX.....	202
6	<i>Гаспорович А. А.</i> Повышение энергоэффективности лесосушильной камеры ЛС-2.....	205
7	<i>Григорюк С. В.</i> Ткани для обивки мебели и их виды.....	207
8	<i>Данильчик Е.С.</i> Энергоэффективная компоновка трубного пучка аппарата воздушного охлаждения 2АВГ-75.....	209
9	<i>Дудко Е.М. Смян А.П.</i> Особенности расчета взаимодействия фрезерного оборудования и древесно-кустарниковой растительности при валке и мульчировании.....	212
10	<i>Дудко Е.М.</i> Тенденции развития мульчеров.....	214
11	<i>Зинкевич А. В., Козлова К. И.</i> Теоретические исследования одномашинных лесопромышленных систем с запасом.....	216
12	<i>Зинкевич А. В., Невинская Е. А.</i> Теоретические исследования многомашинных лесопромышленных систем с запасом.....	218
13	<i>Кипра В.А.</i> Разработка системы водоотвода от земляного полотна лесной автомобильной дороги.....	220
14	<i>Клепацкий И. К.</i> Обоснование эффективных режимов фрезеро-	222

	вания древесины инструментом с адаптивными свойствами.....	
15	<i>Климко В.В., Стреха В.И.</i> Особенности проведения технического обслуживания агрегатных машин в лесохозяйственных предприятиях.....	224
16	<i>Козека Д.В.</i> Влияние способа распиловки и угла радиальности на объемный выход радиальных пиломатериалов.....	225
17	<i>Козырина А. Э.</i> Эффективное использование тепла дымовых газов в фриттоварочной печи.....	227
18	<i>Концевой А.А.</i> Огнебиозащитные средства и способы их нанесения.....	229
19	<i>Корогвич Д. В.</i> Анализ способов и приемов разработки заболоченных лесосек в Республике Беларусь.....	231
20	<i>Костеневич А. Е.</i> Внедрение энергоэффективного котла на местных видах топлива.....	232
21	<i>Кулик А. А.</i> Разработка метода оценки качества пропитки древесины в условиях эксплуатации.....	234
22	<i>Кулинич О. В.</i> Экологические аспекты защиты древесины от биологического повреждения.....	236
23	<i>Ланцевич М.Г.</i> Совершенствование трелевочной машины на базе «МТЗ».....	238
24	<i>Латич М. Н., Маширипова Т. А.</i> Устройства для отвода стружки на сверлильных станках.....	239
25	<i>Матюшевская Н. А.</i> Модернизация парового котла ТЭЦ.....	241
26	<i>Матяс А. Н.</i> Исследование влияния натяжения клиноременных передач на мощность холостого хода в приводах резания фрезерных дереворежущих станков.....	243
27	<i>Мейсак Д. Н.</i> Производство каминных дров в РБ – актуальность проблемы, перспективы.....	245
28	<i>Мелешко О.В.</i> Деревоокрашивающие грибы, поражающие древесину в Республике Беларусь.....	247
29	<i>Мороз Н. А.</i> Изучение влияния влажностного воздействия на прочностные показатели фанерной продукции.....	249
30	<i>Нарейко А. С.</i> Пила дисковая с сегментным составным полотном и рациональные режимы резания.....	251
31	<i>Огородников Д. О.</i> Производство оцилиндрованных изделий – эффективное направление переработки маломерной древесины..	254
32	<i>Панкратович А. С.</i> Использование программ 3D-моделирования для выбора параметров гидроманипуляторов лесных машин.....	256
33	<i>Путрич А.Ю. Смян А.П.</i> Динамическая нагруженность колёсных трелёвочных тракторов при трелёвке древесины.....	257
34	<i>Русак М. А.</i> Расчёт коэффициента ремонтной сложности для линии шипового сращивания WEINIG GRECON TURBO S1000....	259
35	<i>Русакович В. А.</i> Разработка физико-механических критериев	261

	оценки качества деревянной шпалопродукции .....	
36	<i>Савчук К.В.</i> Модернизация системы теплоснабжения объектов социального и производственного назначения в рамках инфраструктуры поселка городского типа.....	262
37	<i>Сетун И.М.</i> Стабилизация грунтов земляного полотна с использованием полимерных объемных георешеток ячеистого типа....	265
38	<i>Снапковский В.И.</i> Лесопиление на малых деревообрабатывающих предприятиях.....	267
39	<i>Турчинова В.А.</i> Влияние параметров и свойств внешнего загрязнения на эффективность эксплуатации аппарата воздушного охлаждения.....	268
40	<i>Тушинский С. Ю.</i> Исследование эффективности крашения шпона мягколиственных пород древесины.....	271
41	<i>Усович А. В.</i> Определение максимального уплотнения щепы в свободно-насыпанном состоянии в зависимости от начальной влажности.....	273
42	<i>Хильман Д.А.</i> Повышение эффективности энергоснабжения предприятия при внедрении тригенерации.....	275
43	<i>Цвирко М.В.</i> Укрепление откосов лесных автомобильных дорог объёмными георешетками.....	277
44	<i>Чесновский Е. В.</i> Разработка неразрушающего метода оценки состояния древесины конструкций исторических памятников....	279
45	<i>Чудук В.М.</i> Проектирование узлов мебели в среде многотельной детали в SOLIDWORKS.....	280
46	<i>Швед В.Т.</i> Механизм очистки шлифовальной ленты для машины HOUFEK BULDOG FRC 910.....	282
47	<i>Шинкевич А.Г.</i> Рубильная машина на базе шасси Амкодор с возможностью автономного использования рубильного модуля..	285
48	<i>Шпак И. В.</i> Особенности лесозаготовительного процесса в ГЛХУ «Малоритский лесхоз».....	287
49	<i>Шульга Е.В.</i> Влияние дробности сортировки на объемный выход пиломатериалов в лесопильном цеху ОАО «ФанДОК».....	298
50	<i>Юхневич А.П.</i> Исследование нагрузок в узлах лесных машин с применением программного модуля ANSYS.....	290
51	<i>Данилова А.А.</i> Оценка темпов роста древесных растений в условиях интродукции.....	291

Научное издание

Ответственный за выпуск Е.О. Черник

**68-я НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
УЧАЩИХСЯ, СТУДЕНТОВ  
И МАГИСТРАНТОВ**

**СБОРНИК НАУЧНЫХ РАБОТ**

В 4-х частях

Часть 1

В авторской редакции

Компьютерная верстка Е.О. Черник, А.А. Левитская

Издатель:

УО «Белорусский государственный технологический университет».

ЛИ №02330/0549423 от 08.04.2009.

ЛП № 02330/0150477 от 16.01.2009.

Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.