

сти позволяет повысить качество и эффективность лесотаксационных работ.

## 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. Лясная таксацыя: тэксты лекцый па аднайменнай дысцыпліне для студэнтаў спец. –75 01 01 «Лясная гаспадарка» завочнай формы навучання / С.І. Мінкевіч – Мінск: БДТУ, 2015 – 230 с.
4. Haglof DME [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://geotop.by/>. – Дата доступа: 27.03.2019.
5. Laser Measurement [Электронный ресурс] / Laser Tech. – Режим доступа: <http://www.lasertech.com/>. – Дата доступа: 01.04.2019.
6. Masser Precision [Электронный ресурс] / Masser OY Finland. – Режим доступа: <http://www.masser.fi/>. – Дата доступа: 07.04.2019.

УДК 630\*624.3

Студ. Д.Н. Кубарев  
Науч. рук.ассист. В.В. Коцан  
(кафедра лесоустройства, БГТУ)

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ НА ПРИРОСТ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ГЛХУ «БЫХОВСКИЙ ЛЕСХОЗ»

Вопрос изучения пространственной структуры и ее влияния на таксационные показатели древостоев рассматривался различными авторами. Существует множество подходов к решению данной задачи.

Основная трудность при изучении пространственной структуры насаждений, заключается в ее структурированности и сильной неоднородности. Эта проблема решается с помощью имитационного и аналитического моделирования, показывающих возникновение неоднородного пространственного распределения, которое объясняется неустойчивой динамикой пространственной структуры и процессами хаотической самоорганизации.

Для анализа лесотаксационных показателей древостоев в автоматическом режиме, проектирования и контроля проводимых лесохозяйственных мероприятий, а также оценки влияния пространственной структуры древостоев на таксационные показатели было принято использовать Quantum GIS (QGIS).

С целью сбора экспериментального материала в ГЛХУ «Быховский лесхоз» было заложено 6 пробных площадей, на одной из которых была проведено картирование местоположения всех деревьев и их горизонтальных проекций крон и взяты керны у каждого 5 дерева (состав 10С; площадь 0,2 га; возраст 50 лет; бонитет 1; полнота 0,9; тип леса мшистый). Данные полевых изысканий были загружены в ГИС для дальнейшей обработки.

С использованием QGIS были измерены и рассчитаны показатели пространственной структуры древостоя на исследуемой пробной площади. Для анализа полученных результатов все данные были выгружены из ГИС. Полученный файл включает в себя информацию о каждом дереве: номер дерева на пробной площади, средний диаметр ствола, высота ствола, объем ствола, площадь горизонтальной проекции кроны, класс конкуренции дерева, номера и таксационные характеристики деревьев конкурентов, показатели пространственной структуры (высота начала кроны, площадь роста, площадь пересечения площадей роста, процент пересечения площадей роста, среднее расстояние до средних деревьев) и индексы конкуренции [1]. Описательные статистики пространственных показателей представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Описательные статистики пространственных показателей**

Показатель	Количество наблюдений	Среднее	Максимум	Стандартное отклонение
Высота начала кроны, м	205	17,97	19,50	1,57
Площадь роста, м <sup>2</sup>	205	12,42	34,19	7,08
Площадь пересечения площадей роста, м <sup>2</sup>	205	19,04	84,26	17,85
Процент пересечения площадей роста, %	204	141,60	460,70	91,78
Среднее расстояние до соседних деревьев, м	205	1,15	3,93	0,71

Из таблицы 1 видно, что высота начала кроны имеет среднее значение 17,97 метров, стандартное отклонение 1,57. Среднее расстояние до соседних деревьев имеет значение 1,15 метров, а стандартное отклонение 0,71(самый минимально не варьируемый показатель). У показателя процент пересечения площадей роста самое большое значение стандартного отклонения (91,78), это значит, что данный показатель очень изменчив.

Для определения наиболее тесных связей между показателями с помощью программы Statistica 10.0 была рассчитана корреляционная матрица таксационных и пространственных показателей (таблица 2).

Анализируя таблицу 2 можно сказать, что высота зависит от диаметра и площади роста, коэффициент корреляции равен 0,770 и 0,611 соответственно; диаметр зависит от площади роста, коэффициент корреляции равен 0,574; площадь роста зависит от площади пересечения площадей роста и среднего расстояния до соседнего дерева, коэффициент корреляции равен 0,823 и 0,659 соответственно; пересечения площадей роста зависит от среднего расстояния до среднего дерева, коэффициент корреляции равен 0,659; радиальный среднепериодический прирост за 10 лет зависит от высоты, диаметра и площади роста, коэффициент корреляции равен 0,466, 0,447 и 0,323 соответственно.

Для исследования конкурентных отношений между деревьями в своей работе мы использовали классификация деревьев, разработанная в своей кандидатской диссертации Коцаном В.В. основываясь на работах Вайса, Усольцева, Дылиса, Колобова. Данная классификация учитывает пространственную структуру древостоя и отражает конкурентные отношения между деревьями [2].

**Таблица 2 – Корреляционная матрица таксационных и пространственных показателей**

Показатель	Высота	Диаметр	Площадь роста	Площадь пересечения площадей роста	Среднее расстояние до средних деревьев	Радиальный среднепериодический прирост за 10 лет
Высота	1,000	0,770	0,611	0,464	0,264	0,466
Диаметр	0,770	1,000	0,574	0,423	0,188	0,447
Высота начала кроны	0,595	0,326	0,137	0,130	0,044	0,272
Площадь роста	0,611	0,574	1,000	0,823	0,692	0,323
Класс конкуренции	–	–	–	–0,286	–0,376	–0,263
Площадь пересечения площадей роста	0,587	0,579	0,607			
Среднее расстояние до средних деревьев	0,464	0,423	0,823	1,000	0,659	0,275
Радиальный среднепериодический прирост за 10 лет	0,264	0,188	0,692	0,659	1,000	0,080
	0,466	0,447	0,323	0,275	0,080	1,000

На основании данной классификации все деревья на пробной площади были разделены на три класса конкуренции деревьев (доминирующие, средние, угнетенные). Полученным результатом было смоделировано 3 варианта проведения в исследуемом древостое проходной рубки. В исходном древостое полнота составляла – 0,88, средняя высота – 20,2 м, средний диаметр – 19,1 см, сумма площадей сечения – 30,3 м<sup>2</sup>/га.

При первом варианте в рубку отбирались только угнетенные деревья. После проведенной рубки полнота составила – 0,73, средняя высота – 20,5 м, средний диаметр – 20,2 см, сумма площадей сечения – 25,1 м<sup>2</sup>/га.

Во втором варианте в рубку отбирались угнетенные и средние деревья. После проведенной рубки по второму варианту полнота составила – 0,74, средняя высота – 20,4 м, средний диаметр – 19,9 см, сумма площадей сечения – 25,2 м<sup>2</sup>/га.

В третьем варианте в рубку отбирались угнетенные, средние и доминирующие деревья. После проведенной рубки по третьему варианту полнота составила – 0,70, средняя высота – 20,2 м, средний диаметр – 19,3 см, сумма площадей сечения – 24,0 м<sup>2</sup>/га. Полнота оставшейся части древостоя не опускалась ниже 0,7. Проанализировав таксационную и пространственную характеристику оставшейся части древостоя был смоделирован рост насаждения до возраста рубки главного пользования (81 год). После рубки по первому варианту таксационные показатели оставшегося древостоя к возрасту главного пользования имеют следующие показатели: сумма площадей сечения – 41,4 м<sup>2</sup>/га, средний диаметр – 25,9 см.

После рубки по второму варианту таксационные показатели оставшегося древостоя к возрасту главного пользования имеют следующие показатели: сумма площадей сечения – 41,6 м<sup>2</sup>/га, средний диаметр – 25,5 см.

После рубки по третьему варианту таксационные показатели оставшегося древостоя к возрасту главного пользования имеют следующие показатели: сумма площадей сечения – 39,8 м<sup>2</sup>/га, средний диаметр – 28,4 см.

На основании приведенных результатов можно сделать вывод о том, что при выборке угнетенных деревьев средний диаметр оставляемой части увеличивается относительно исходного древостоя. При комбинированном варианте средний диаметр уменьшился. После моделирования прироста древостоя на основании пространственной структуры оставляемой части сумма площадей сечений при трех вариантах рубок примерно одинаковая, а средний диаметр в третьем ва-

рианте на 2,9 см больше чем при втором и на 2,5 см от первого варианта. Общая таксовая стоимость по первому способу рубки составила 5 619,75 руб., из нее стоимость крупной древесины составляет 1 929,5 руб. По второму способу рубки составила 5 607,65 руб., из нее стоимость крупной древесины составляет 1 861,1 руб. По третьему способу рубки составила 5 415,5 руб., из нее стоимость крупной древесины составляет 1 663,9 руб., стоимость средней древесины вышла на сумму 3 365,95 руб. Представленный расчет подтверждает более высокую эффективность лесовыращивания при применении первого варианта рубок в сравнении со вторым и третьим вариантами при практически одинаковых расходах на лесохозяйственные мероприятия и охрану леса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Севко, О.А.Оценка зависимости текущего прироста сосновой части смешанных сосново-березовых древостоев от их пространственной структуры. // Труды БГТУ. 2015. № 1; Лесное хоз-во. 2015. С. 41–45.
2. Коцан, В.В. Классификация деревьев на основании пространственной структуры при назначении в рубки ухода // Труды БГТУ. 2015. № 1: Лесное хоз-во. С. 24–27.

УДК 388.48

Студ. А.В. Рубис

Науч. рук. доц. О.В. Бахур

(кафедра туризма, природопользования и охотоведения, БГТУ)

#### АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ВЕЛОСИПЕДНОГО ТУРИЗМА НА ТЕРРИТОРИИ ГЛХУ «СТОЛБЦОВСКИЙ ЛЕСХОЗ»

Велосипедный туризм – является одним из видов экологического туризма.

Долгое время его не выделяли в отдельное направление, а считали составной частью других экологических туров. Но в последнее время в связи с популяризацией велосипедного транспорта вошло в повседневный обиход понятие «велотуризма».

Велосипедный туризм – комплексный вид туризма, сочетающий в себе однодневные и многодневные, различные по сложности самостоятельные или организованные походы, слеты, экспедиции, прогулки и путешествия велотуристов, а также спортивные категорийные и некатегорийные велотуры по различной местности, преследующие разнообразные цели.

Велосипед является одним из самых популярных наземных