

УДК 630\*18:582.475.2

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛИН ХВОИНОК НА ВЕТОЧКЕ ЕЛИ

Мазуркин П.М., Попова А.О.

*Марийский государственный технический университет,  
Йошкар-Ола, Россия*

**Приведены биотехнические закономерности распределения длины хвоинок вдоль веточки учетного дерева ели в заданном геодезическом направлении, а также обосновано применение этих закономерностей для экологического мониторинга территории.**

Длина хвоинок вдоль веточки у деревьев ели, растущих в условиях загрязнения, позволяет сравнивать различные экологические условия произрастания этих веточек на одном и том же дереве ели. При этом характер распределения хвоинок вдоль веточки меняется в зависимости от уровня загрязнения участка около дерева.

Различия по сторонам света в количестве иголок по рядам на одной веточке сильно заметны и в зависимости от уровня загрязнения определяют характерный рисунок распределения размеров иголок по длине веточки от её основания. Метод анализа распределений длины иголок вдоль одной веточки ели позволяет определить общие тенденции распределения хвоинок и дает фундаментальную биотехническую закономерность.

**Ключевые слова:** учетное дерево ели, веточки на мутовках, расположение хвоинок, параметр длины, распределение вдоль веточек.

Деревья ели способны регистрировать в различном возрасте ежегодные изменения окружающей природной среды [2].

Изменения свойств у хвои деревьев ели рассматриваются как адаптивные реакции, направленные на выживание и обеспечение устойчивого роста и развития в условиях активного загрязнения окружающей среды [3]. Эти изменения позволяют определить экологический режим на обследуемой территории, на которой произрастают изучаемые учетные деревья [2]. Поэтому деревья ели могут использоваться при проведении экологического мониторинга дискретной оценкой воздействий на окружающую среду, т.е. территорию места ее произрастания.

Однако в настоящее время в известных публикациях недостаточно обращается внимание на геометрические параметры хвоинок, которые должны быть разной

длины на веточке дерева ели, находящегося в зоне загрязнения малых размеров.

Цель статьи – доказать биотехнические закономерности распределения длины хвоинок вдоль стебля веточки, взятой в заданном геодезическом направлении на вершинке ветви мутовки у учетного дерева ели.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. определен параметр распределения в виде длины хвоинок вдоль веточки учетного дерева ели;

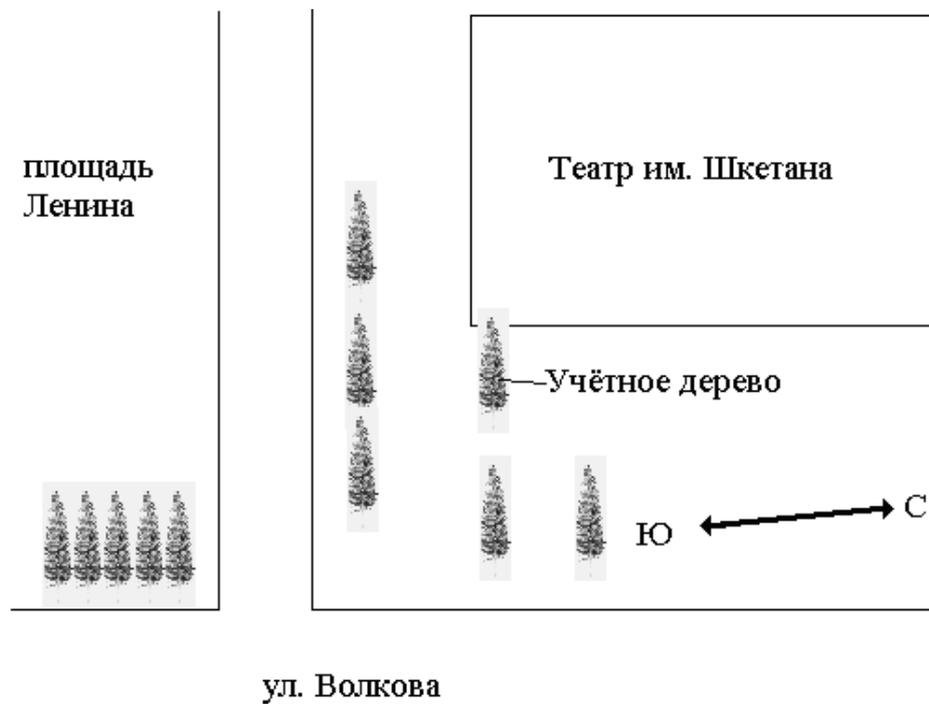
2. идентификацией устойчивых законов получена модель распределения хвоинок по длине веточки;

3. обоснована возможность применения длины хвоинок у учетного дерева ели для проведения экологической оценки места ее произрастания.

Для изучения изменения длины хвоинок деревьев ели по длине веточки на территории центра г. Йошкар-Ола было выбрано одно учетное дерево ели европейской, или обыкновенной *Picea abies* [1] возрастом 25-30 лет. Дерево расположено рядом со зданием театра им. Шкетана на площади им. Ленина. С восточной стороны дерева находится автомобильная дорога и автостоянка, а с западной стороны –

оно затемнено прилегающим зданием театра. От дороги и автостоянки данное учетное дерево ели закрыто другими деревьями ели.

На рис. 1 представлена схема расположения учетного дерева ели, с которого проводили сбор веточек для проведения эксперимента по изучению распределения длин хвоинок вдоль веточки ели.



**Рис. 1.** Схема расположения учетного дерева ели

Перед взятием проб компасом определили направления сторон света, а также приготовили для транспортировки проб в виде срезанных веточек от места их срезы в лабораторию открытые бумажные пакеты с указанием стороны света и номера пробы. Ножом срезывали веточки ели. Миллиметровой линейкой и штангенциркулем измеряли линейные параметры иголок. Иголки сушили на листе бумаги с отверстиями для сохранения их до замеров после усушки. Около каждого ряда отверстий указывалась направление

стороны света, в котором была срезана проба в виде веточки, и расстояние до основания каждой хвоинки ели, начиная от стебля веточки.

Отбор образцов-проб для измерений размеров хвоинок по длине веточки проводили в марте один раз, пока не начался вегетационный период у деревьев ели.

На учетном дереве ели выбирали мутовку, затем на ней выбирали ветвь первого порядка с измерением геодезического направления ее стебля. После этого с конца ветви срезали пробу в виде веточки.

На учетном дереве ели (рис. 2) ветви первого порядка внутри одной мутовки выбирали в четырех направлениях света.

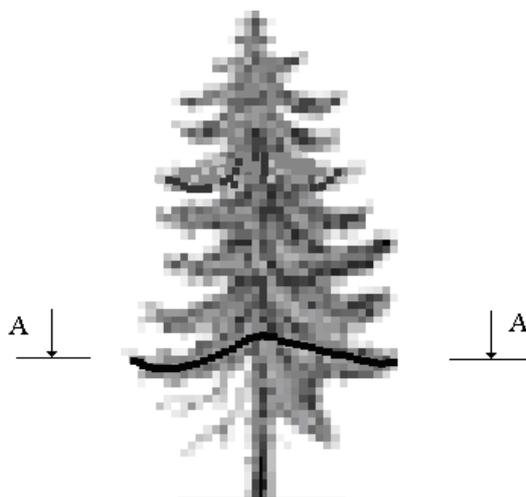


Рис. 2. Учетное дерево ели Е-01

Веточки срезали с ветвей первого порядка с конца стебля примерно на высоте 1,3 м от уровня корневой шейки ствола дерева.

Перед срезом каждой веточки делали отметку, какая сторона иголок на ней растет кверху. Образцы-пробы веточек ели складывали в открытые бумажные пакеты, на которых записывали время срезки

и геодезическое направление из четырех сторон света (север, восток, юг, запад), а затем пробы доставляли в лабораторию для последующих линейных измерений.

На рис. 3 представлена схема структуры мутовки ели М-01 (вид сверху), с которой собирали образцы-пробы (сечение А – А на рис. 2).

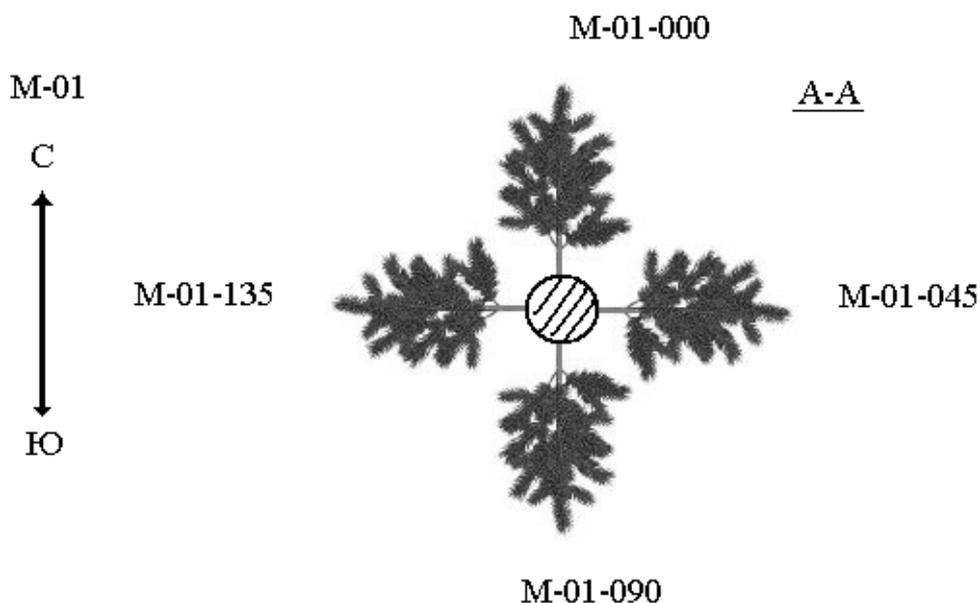


Рис. 3. Мутовка М-01 ели Е-01

Далее в комнатных условиях проводили замеры длины иголки ели  $l_i$  штангенциркулем с точностью до 0,01 мм, где  $i$  - номер иголки от стебля веточки. Расстояния  $x_i$  от основания срезанной веточки до

$i$ -ой иголки измеряли миллиметровой линейкой с точностью до  $\pm 0,5$  мм.

На рис. 4 показаны условные схемы расположения иголок на веточке дерева ели. Порядковые номера хвоинок изображены на фронтальной проекции.

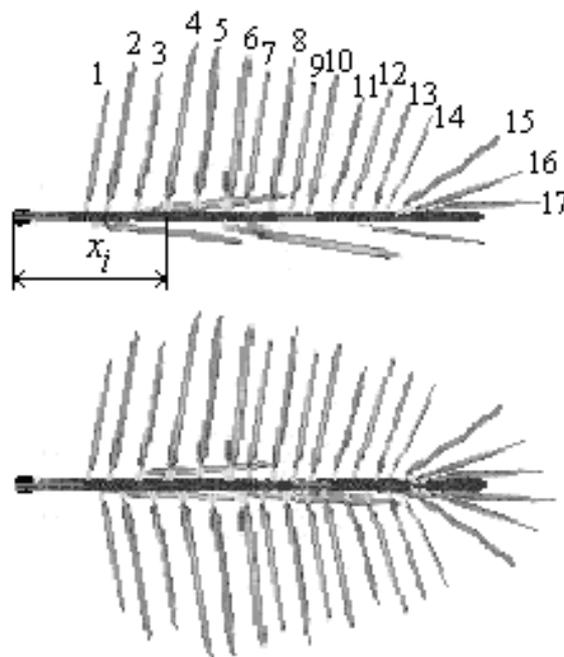


Рис. 4. Схема веточки ели (виды сбоку и сверху)

Иголки на веточке располагаются рядами по условным четырем секторам – верхний, нижний, правый и левый по отношению к веточке, если смотреть на неё от вершинки к основанию стебля.

Результаты замеров иголок, расположенных на верхнем секторе веточки от северной стороны ветви, представлены в табл. 1.

Наибольшая охвоенность веточки наблюдается с южной стороны света дерева ели, а также в верхнем секторе роста иголок. В условиях затемнения еловых иголки становятся короткими.

С восточной стороны дерева ели, где расположена автомобильная дорога, имеются поражённые загрязнением иголки. Цвет некоторых хвоинок красновато-

коричневый, они имеют твердую структуру, поэтому они усыхают.

В программной среде Curve Expert-1.3 были построены графики по выявленным закономерностям

$$l = f(x_i)$$

распределений длины хвоинок, в зависимости от расстояния вдоль веточки. Идентификацией были получены математические уравнения вида

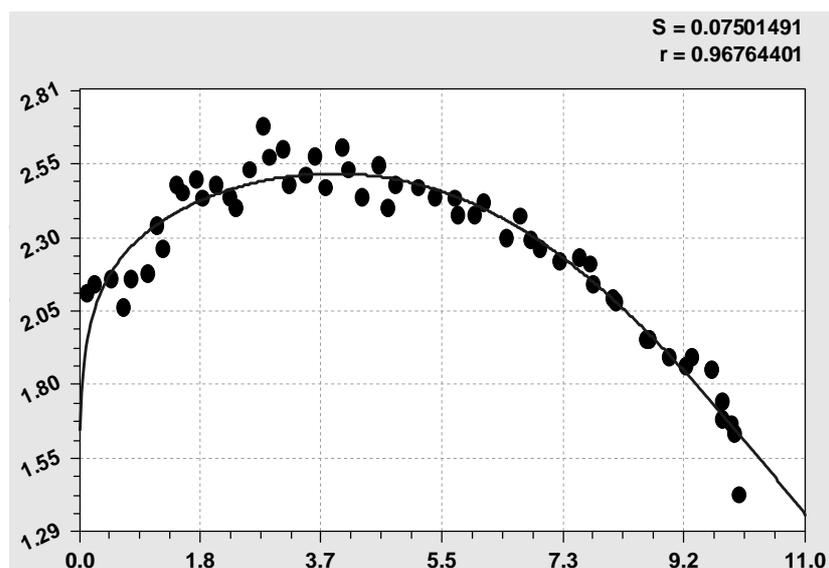
$$y = ax^b \exp(-cx^d)$$

Например, на севере в верхнем секторе роста хвоинок на веточке распределение длины иголок (рис. 5) имеет вид:

$$l = 2.31476x^{0.081973} \exp(-0.0003388x^{3.20398})$$

**Таблица 1.** Результаты замеров длины хвоинок, расположенных в верхнем секторе веточки

Расстояние $x_i$ , см	Длина $l$ , см	Расстояние $x_i$ , см	Длина $l$ , см	Расстояние $x_i$ , см	Длина $l$ , см	Расстояние $x_i$ , см	Длина $l$ , см
0.15	2.11	4.80	2.48	2.40	2.40	7.80	2.14
0.25	2.14	5.15	2.47	2.60	2.53	8.10	2.09
0.50	2.16	5.40	2.44	2.80	2.68	8.15	2.08
0.70	2.06	5.70	2.43	2.90	2.57	8.60	1.95
0.80	2.16	5.75	2.38	3.10	2.60	8.65	1.95
1.05	2.18	6.00	2.38	3.20	2.48	8.95	1.89
1.20	2.34	6.15	2.42	3.45	2.51	9.20	1.86
1.30	2.26	6.50	2.30	3.60	2.58	9.30	1.89
1.50	2.48	6.70	2.37	3.75	2.47	9.60	1.85
1.60	2.45	6.85	2.29	4.00	2.61	9.75	1.74
1.80	2.50	7.00	2.26	4.10	2.53	9.76	1.68
1.90	2.43	7.30	2.22	4.30	2.44	9.90	1.66
2.10	2.48	7.60	2.23	4.55	2.55	9.95	1.63
2.30	2.44	7.75	2.21	4.70	2.40	10.00	1.42

**Рис. 5.** Распределение длин иголок на веточке с северной стороны света сверху ветки

Закономерности распределения иголок с других сторон света и других секторов имеют аналогичную конструкцию формулы.

График зависимости длины иголок по всем четырём секторам вместе (рис. 6) в зависимости от длины веточки, например, с северной стороны, имеет вид формулы:

$$l = 2.466396 x^{0.096663} \exp(-0.00043716 x^{3.151097})$$

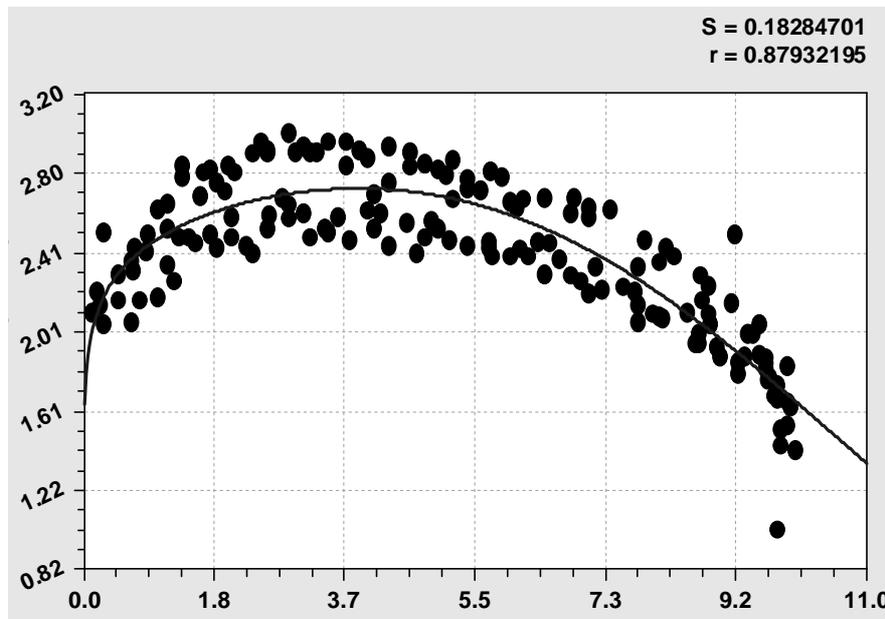


Рис. 6. График зависимости распределения длины иголок по всем четырём рядам

В верхнем секторе роста хвоинок веточки ели по сравнению, например, с нижним сектором, наблюдается наибольшая длина иголок и наибольшее их количество, а также характерный рисунок распределения определяется чётче.

Метод анализа изменения размеров иголок по длине веточки ели позволяет определить общие биотехнические закономерности распределения хвоинок.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Казимиров, Н.И. Ель / Н.И. Казимиров. – М.: Лесная пром-сть, 1983. – 80с.

2. Мазуркин, П.М. Экологический мониторинг (способы испытания деревьев). Учебное пособие / П.М. Мазуркин. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003. – 224с.

3. Скотников, Д.В. Дендрэкологическая характеристика ели сибирской (*Picea obovata* Itdeb.) в условиях нефтехимического загрязнения (Уфимский промышленный центр): автореферат. дисс ... канд.биол.наук: 03.00.16 / Д.В. Скотников. – Уфа: 2007. – 19 с.

**REGULARITIES OF NEEDLE LENGTH DISTRIBUTION ON FIR-TREE RAMULE**

Mazurkin P.M., Popova A.O.

*Магнитский state technical university,  
Yoshkar-Ola, Russia*

The biotechnical regularities of needle length distribution along ramule of a accountable fir-tree in a specific geodesic direction are indicated, and also the using of these regularities for ecological territory monitoring is justified.

Needle length along ramule of fir-trees growing in pollution conditions, allows to compare various ecological conditions of habitat of these ramules on the same fir-tree. And the distribution character of needles along ramules varies depending on a pollutant level of a section near tree.

The differences on cardinal directions in needle quantity on numbers on one ramule are hardly appreciable, and depending on a pollutant level determine a characteristic figure of distribution of needle sizes on ramule length from its the basis. The analysis method of needle length distributions along one fir-tree ramule allows to determine general tendencies of needle distribution and gives fundamental biotechnical regularity.

Key words: Accountable fir-tree, ramules placed on verticals, needle disposition, length parameter, needle distribution along ramules.