

УДК 519.223

НЕОБХОДИМЫЙ ОБЪЕМ ВЫБОРКИ В СОСНОВЫХ МОЛОДНЯКАХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Макеев В. Д

бакалавр,

Сибирский университет науки и технологий; СибГУ им. М.Ф. Решетнева;

Сибирский государственный университет,

Красноярск, Россия

Вайс А. А.

*доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесной таксации,
лесоустройства и геодезии,*

Сибирский университет науки и технологий; СибГУ им. М.Ф. Решетнева;

Сибирский государственный университет,

Красноярск, Россия

Аннотация

Многие исследования, которые приводят расчет статистических показателей, не обращают достаточного внимания на такой важный при планировании исследования показатель как необходимый объем выборки. В данной статье представлены различные способы нахождения необходимого объема выборки. В основу положены данные измерений биометрических показателей моделей растущих деревьев сосновых молодняков на постаграрных землях. Приводятся результаты вычислений статистических показателей, выполненных с помощью программы Excel. Предлагается оценку объема выборки выполнять не по отдельному признаку, а рассматривать дерево как систему с определённым набором признаков и соответственно расчет производить по множеству показателей.

Ключевые слова: необходимый объем выборки, сосна обыкновенная, молодняки, вес признака, коэффициент изменчивости.

***THE ENOUGH SAMPLE VOLUME FOR A YOUNG PINE FOREST IN
KRASNOYARSK FOREST-STEPPE REGION***

Makeev V. D

bachelor,

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,

Krasnoyarsk, Russia

Weiss A. A.

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Forest Inventory,
Forest Management and Geodesy,*

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,

Krasnoyarsk, Russia

Abstract

Many studies that provide statistical calculation do not pay attention to such an important indicator as the enough sample volume when planning a study. This article presents various methods for finding the enough sample volume. The primary aim of this research is to analyze the biometric numbers of tree-growing models for young pine forests on post-agricultural land. The Excel program's calculations of statistical indicators have been presented with their results. It is suggested to determine the sample volume not based on a single feature, but rather by examining the tree as a system with a certain set of features.

Keywords: enough sample volume, scots pine, young pine forests, multiplicity, coefficient of variation.

Введение. Многие научные исследования не проводят должного расчета необходимого минимального размера выборки на этапе планирования. Это серьезная проблема, потому что недостаточный объем выборки снижает вероятность обнаружения статистически значимых различий между группами, даже если эти различия на самом деле существуют и важны с исследовательской точки зрения [1,2]. В результате, такие исследования не дают надежных выводов и могут привести к неверным заключениям. Это привело к высокой вероятности ошибки: исследования могут ошибочно заключить об отсутствии различий там, где они на самом деле присутствовали, но не могли быть обнаружены из-за ограниченного числа объектов исследования. Другими словами, малая выборка не позволяет исследованиям обладать достаточной статистической мощностью для обнаружения имеющихся различий, что может привести к ложноотрицательному результату.

На необходимый объем выборки оказывает влияние и тип данных (числовые или бинарные) [4]. Существуют работы, в которых предлагается с помощью статистического моделирования ошибок первого и второго порядка определить объем выборки [5].

Расчет достаточных объемов выборок может включать различные подходы: с учетом средних величин, разности средних, при изучении долей, разности долей, при оценке достоверности выборочных коэффициентов корреляции. При расчете объема выборки при оценке средних величин основой является величина ошибки репрезентативности средней арифметической [3].

Так данной проблеме уделяют внимание многие авторы, как недостаток выборки может повлиять на важнейшие вопросы планирования исследования и эксперимента и дают детальное описание методов и формул расчета для различных типов данных, предоставляют алгоритмы расчета необходимого размера выборки с помощью программного обеспечения [1-3].

Однако даже если было обследовано достаточное число объектов, мы не можем говорить о 100% достоверности результата статистики, так как в современных исследованиях зачастую каждый показатель рассматривается и

Дневник науки | www.dnevnika.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

статистически обрабатывается отдельно от других. Дерево – живая система, где каждый исследуемый показатель может влиять друг на друга, и связан друг с другом. При оценке достаточного объема выборки следует учитывать вес каждого признака. Рассмотрение статистики с корреляцией показателей между собой является приоритетным направлением изучения экосистем и древостоев, в частности.

Методика исследований. Анализ проводился по данным, собранным с шести пробных площадей. На каждом участке произрастает молодняк сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) со средним возрастом 15 лет и средней высотой 4,5 метра. В большинстве случаев сосна расположена на открытой местности. Количество деревьев на пробных площадях варьировало от 7 до 45 экземпляров и в среднем составляло 30 шт. Модельное дерево характеризовалось набором таксационных показателей, таких как возраст, высота, высота начала мертвой и живой кроны, максимальный радиус кроны по сторонам света. Схема части собранных показателей приведена на рисунке 1.

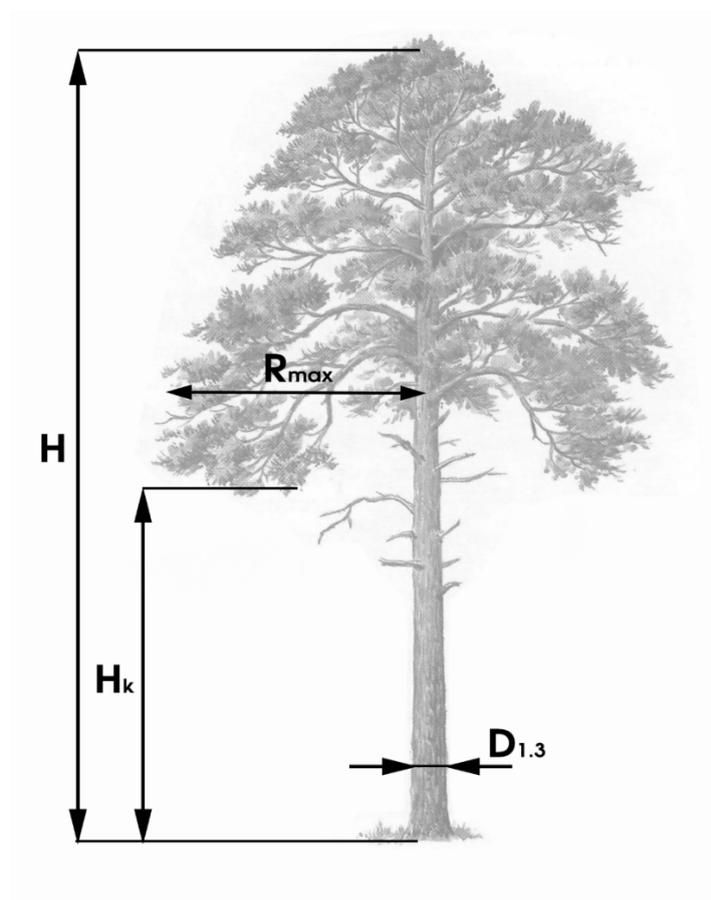


Рисунок 1 – Основные показатели деревьев на пробных площадях
Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

H – высота дерева, м;

H_k – высота до живой кроны, м;

$D_{1,3}$ - диаметр на высоте 1,3 метра, см;

R_{max} – максимальный радиус кроны, м.

На основе собранных данных вычислены такие статистические показатели, как среднее арифметическое, медиана, мода, размах варьирования, дисперсия, коэффициент варьирования, ошибки и на их основе достоверность статистики и другие. Одним из самых важных статистик является коэффициент изменчивости и необходимый объём выборки, формулы которых 1 и 2 соответственно приведены ниже.

$$V = \frac{\delta}{\bar{x}} * 100\% , \quad (1)$$

где V - коэффициент изменчивости, %;

δ - среднеквадратическое отклонение;

\bar{X} - среднее значение ряда распределения.

$$n = \frac{t^2 * v^2}{p^2}, \quad (2)$$

где n – необходимый (достаточный) объём выборочной совокупности;

t – коэффициент, который зависит от вероятности (VP);

P – точность опыта, %;

V – коэффициент изменчивости признака, %.

Для разных показателей одного и того же дерева необходимый объём выборки варьирует в зависимости от изучаемого показателя. Так при анализе статистик следует учитывать все показатели организма в комплексе. В контексте анализа дерева как единого биологического объекта важно понимать

изменчивость и ценность того или иного признака с точки зрения оценки достаточного объёма выборки. Применительно к дереву можно классифицировать основные признаки в следующем порядке: диаметр, высота, радиусы кроны по сторонам света, высота начала живой кроны, высота расположения максимального диаметра кроны. Возраст в данном случае рассматривается как фактор времени, а не признак описания. Расчет необходимого объёма выбора выполнен при уровне доверительной вероятности 0,68 и 0,95. С учетом разной степени надежности для разных показателей необходимый объём выборки варьировал от 1 до 4657 деревьев. В среднем для всех шести пробных площадок он составил 85 и 340 экземпляров при уровнях доверительной вероятности 0,68 и 0,95 соответственно (таблица 1).

Полученные данные дают нам представление о том, что при расчете необходимой объёма выборки следует учитывать не только коэффициент изменчивости отдельного признака, но и показатели живого организма в совокупности (таблица 2).

Таблица 1 – Основные статистические показатели молодняка сосны обыкновенной в условиях Красноярской лесостепи

Статистика	р	Возраст	D _{1.3}	H	Высота начала кроны		Высота до максимального радиуса кроны	Максимальный радиус кроны			
					мертвой	живой		С	Ю	З	В
V, %		8,5	30,2	18,6	-	49,8	27,6	35,2	36,2	29,6	26,2
n, шт	0,68	3	37	14	-	99	31	50	53	35	27
	0,95	112	146	55	-	396	122	198	210	140	110
V, %		5,9	39,2	21,7	-	38,2	28,2	28,1	30,0	14,8	36,8
n, шт	0,68	1	62	19	-	59	32	32	36	9	54
	0,95	6	246	75	-	234	127	127	144	35	217
V, %		13,8	48,6	35,3	-	30,7	35,9	44,8	44,6	45,3	47,1
n, шт	0,68	8	95	50	-	38	52	81	80	82	89
	0,95	30	378	200	-	151	207	322	319	329	355
V, %		10,7	51,5	34,9	50,6	53,4	37,9	45,1	48,7	47,8	54,3
n, шт	0,68	5	106	49	102	114	58	82	95	91	118
	0,95	18	424	195	410	456	230	325	380	365	472
V, %		13,5	44,7	37,9	84,9	86,3	64,7	43,7	48,1	51,6	44,6
n, шт	0,68	7	80	58	288	298	167	76	93	107	80
	0,95	29	320	230	1152	1193	670	306	371	427	318
V, %		7,5	54,2	28,8	170,6	45,4	39,7	44,6	48,4	49,8	49,0
n, шт	0,68	2	118	33	1164	82	63	79	94	99	96
	0,95	9	471	133	4658	329	252	318	375	396	384

Примечание: р – уровень вероятности; D_{1.3} – диаметр дерева на высоте 1,3 метра; H – высота дерева; V – коэффициент варьирования; n – необходимый объем выборки.

Таблица 2 - Способ определения достаточного объёма выборки

Уровень доверительной вероятности	Объём выборки, шт		
	n_{\max}	$n_{\text{ср}}$	$n_{\text{дерева}}$
Пробная площадь №1			
0,68	99	38	50
0,95	396	154	201
Пробная площадь №2			
0,68	61	36	80
0,95	246	146	321
Пробная площадь №3			
0,68	94	67	145
0,95	378	267	578
Пробная площадь №4			
0,68	118	84	155
0,95	472	336	619
Пробная площадь №5			
0,68	298	121	138
0,95	1193	485	551
Пробная площадь №6			
0,68	1164	177	151
0,95	4657	709	603

При расчете необходимого объёма выборки с учётом статистических показателей дерева использовался ряд формул.

$$n_{\max} = \sum n_{i\max}, \quad (4)$$

где $n_{i\max}$ – максимальная величина объёма выборки исходного признака по отдельным совокупностям, шт;

n_{\max} - максимальная величина объёма выборки исходного признака, шт.

$$n_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n n_i}{n}, \quad (5)$$

где $n_{\text{ср}}$ – средняя величина достаточного объёма выборки по исходному признаку для различных совокупностей, шт;

n – число совокупностей, шт.

$$n = \frac{n_D * 0,4 + n_H * 0,3 + n_{ННК} * 0,05 + n_{НМК} * 0,05 + n_C * 0,05 + n_{Ю} * 0,05 + n_З * 0,05 + n_В * 0,05}{\sum n_i}, \quad (6)$$

где n – необходимый (достаточный) объём выборочной совокупности с учётом статистических показателей дерева, шт;

n_D – необходимый объём выборки для диаметра на высоте 1.3 м, шт;

n_H – необходимый объём выборки для высоты дерева, шт;

$n_{ННК}$ – необходимый объём выборки для высоты начала кроны, шт;

$n_{НМК}$ – необходимый объём выборки для высоты максимального радиуса кроны, шт;

n_C – необходимый объём выборки для максимального радиуса кроны на север, шт;

$n_{Ю}$ – необходимый объём выборки для максимального радиуса кроны на юг, шт;

$n_З$ – необходимый объём выборки для максимального радиуса кроны на запад, шт;

$n_В$ – необходимый объём выборки для максимального радиуса кроны на восток, шт.

Заключение. Учитывая статистические показатели деревьев, при расчете необходимого объёма выборки, значения по отдельным совокупностям варьируют в значительной степени. Так самое большое значение объёма выборки получилось на пробной площади №6 при уровне доверительной вероятности 0,95 и равное 4657 экземпляра. Среднее значение объёма выборки на той же пробной площади, 709 шт и объёма выборки с учётом веса признаков дерева – 603 шт. Можно констатировать, что учёт веса признака при оценке достаточного объёма выборки позволяет минимизировать ресурсы с получением достоверных результатов.

Для молодняков при уровне доверительной вероятности 68,3% рекомендуется достаточный объем выборки деревьев в количестве 150-200 шт. При проведении научных исследований с уровнем доверительной вероятности 95,4% объем выборки необходимо увеличить до 600 шт.

Использование необходимого объема выборки с учетом статистических показателей дерева позволяет снизить и спланировать трудоёмкость исследовательских работ.

Библиографический список:

1. Гржибовский А.М., Горбатова М.А., Наркевич А.Н., Виноградов К.А. Необходимый объем выборки для сравнения средних арифметических в двух независимых группах // Морская медицина. - 2020. - Т. 6. - №2. - С. 106-113. [Электронный ресурс]. — Режим доступа — URL: <https://seamed.bmosp.spb.ru/jour/article/view/356> (дата обращения: 08.02.2025).
2. Гржибовский А.М., Горбатова М.А., Наркевич А.Н., Виноградов К.А. Необходимый объем выборки для сравнения средних величин в двух парных группах // Морская медицина. - 2020. - Т. 6. - №4. - С. 82 - 88. [Электронный ресурс]. — Режим доступа — URL: <https://seamed.bmosp.spb.ru/jour/article/view/392> (дата обращения: 08.02.2025).
3. Исачкин А. В. Крючкова В. А. Алгоритмы определения достаточных объемов выборок (на примере садовых растений) // Бюллетень главного ботанического сада. - 2020. - №4. [Электронный ресурс]. — Режим доступа — URL: <https://elibrary.ru/hbjyfb> (дата обращения: 08.02.2025).
4. Тихова Г. П. Планируем клиническое исследование. Вопрос №1: как определить необходимый объем выборки? // Регионарная анестезия и лечение острой боли. - 2014. - №3. [Электронный ресурс]. — Режим доступа — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/planiruем-klinicheskoe-issledovanie-vopros-1-kak-opredelit-neobhodimyy-obem-vyborki> (дата обращения: 08.02.2025).

5. Шпитонков М. И. Моделирование размера выборки для случая клинических эквивалентных испытаний // В исследование операций (модели, системы, решения). - 2015. - №10. - С. 64 – 67. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-neobhodimogo-obyoma-issleduemogomateriala-pri-provedenii-fonosemanticheskogo-analiza-na-primeretekstov-politicheskikh> (дата обращения: 08.02.2025).

Оригинальность 75%