

ТЕХНОЛОГИЯ РАСШИРЕННОЙ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРУКТУРНО-РАЗМЕРНЫХ СВОЙСТВ ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ПО ДАННЫМ АВТОМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА ВОЛОКНА



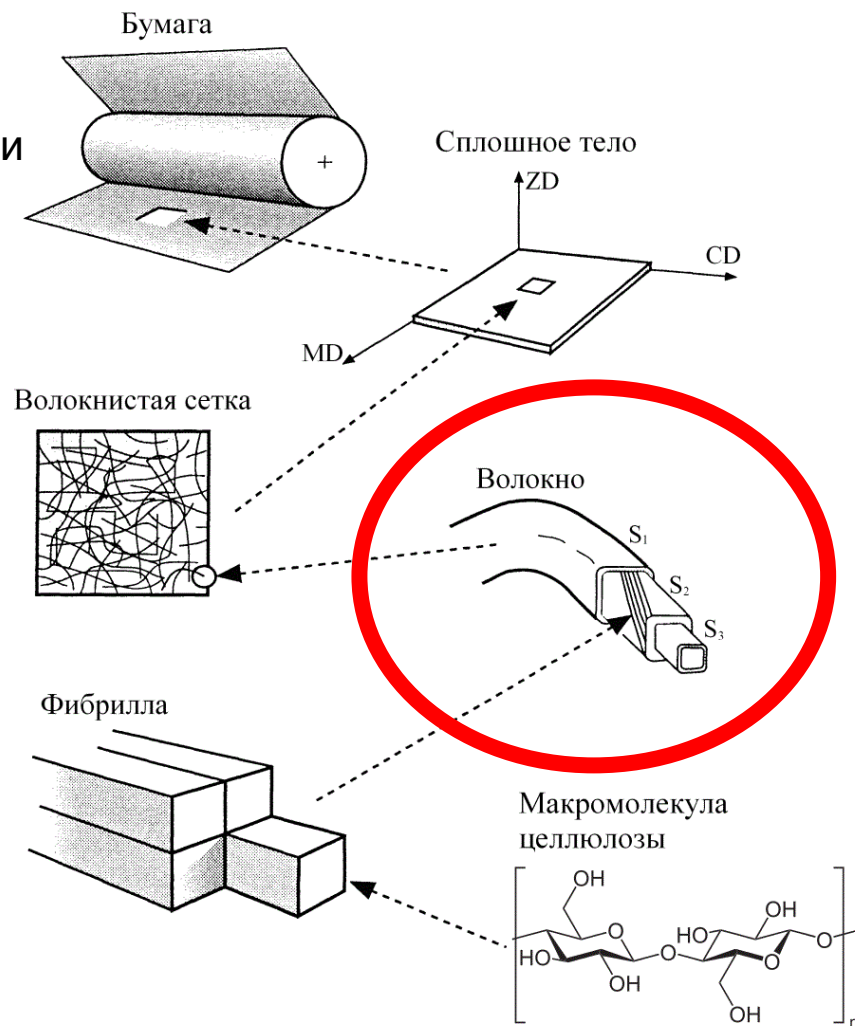
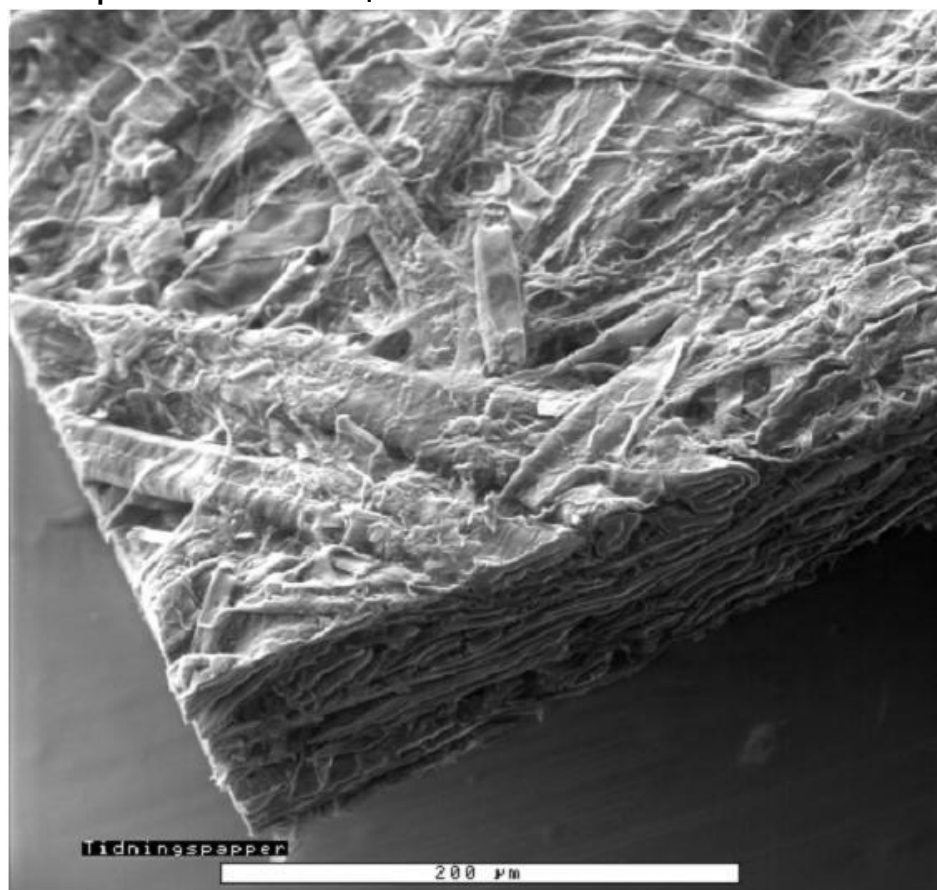
Я.В. Казаков

**СЕВЕРНЫЙ
(АРКТИЧЕСКИЙ)
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**



Бумага как материал

По принятому в отрасли определению, **бумага – это капиллярно-пористый материал в виде тонкого листа**, состоящий преимущественно из растительных волокон, беспорядочно переплетенных и связанных между собой силами поверхностного сцепления.

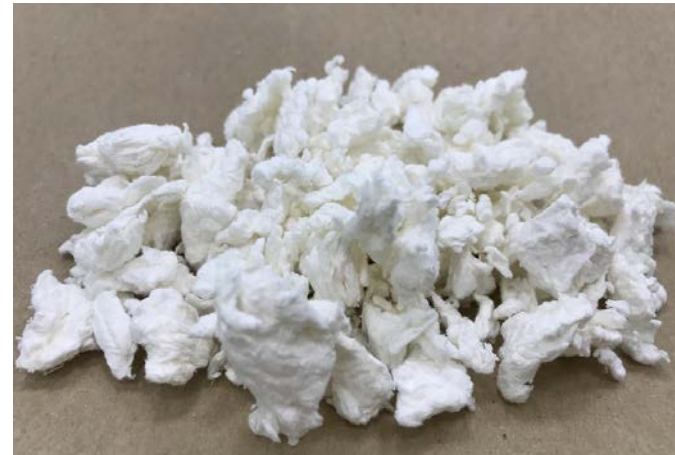


Различные свойства бумаге придают обычно следующими методами:

- подбором исходных полуфабрикатов, т.е. составлением композиции картона по виду и свойствам волокна;
- изменением параметров процессов производства бумаги (размола, отлива, прессования, сушки);
- введением в бумажную массу различных **вспомогательных веществ** (наполнителей, проклеивающих и связующих веществ, красителей, дефлокуляторов, полиэлектролитов и др.);
- **отделкой и поверхностной обработкой** картона (каландрирование, крепирование, тиснение, мелование, пластификация и др.).

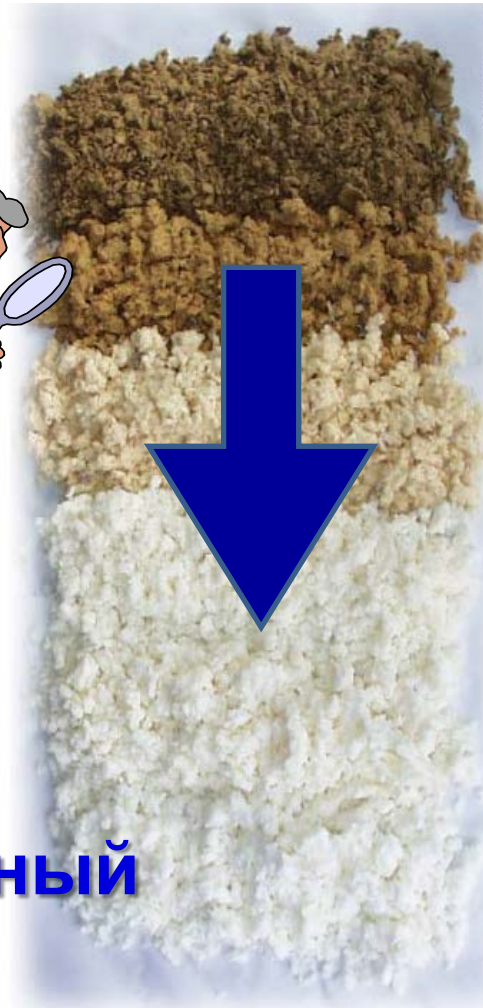
Структурно-морфологические свойства волоконистых полуфабрикатов

Набор базовых характеристик растительных волокон, в сильной степени определяющих их бумагообразующие свойства и, соответственно, уровень прочностных и деформационных характеристик готовой бумаги.



Контроль свойств волокон

Бумажная фабрика

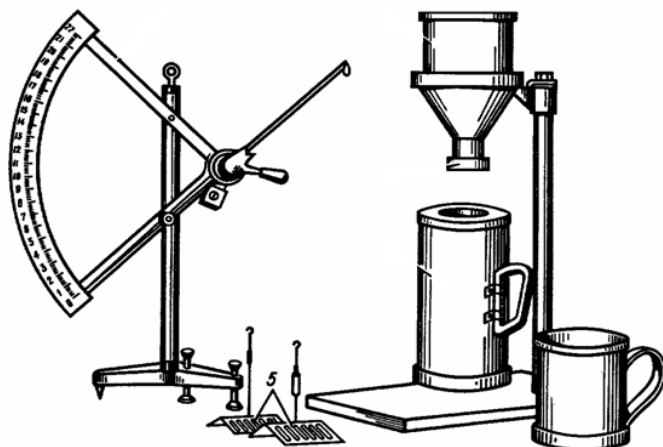


Целлюлозный завод

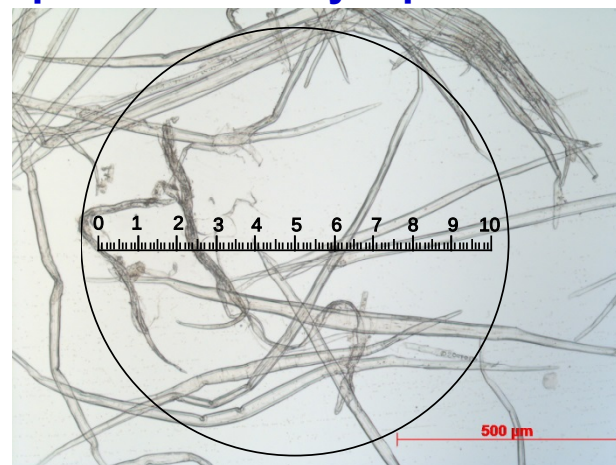
Технология расширенной сравнительной характеристики структурно-размерных свойств

ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК БУМАЖНОЙ МАССЫ

Середина XX века –
Весовой показатель Иванова



Начало XX века –
Микроскопия и окулярная линейка



Начало XXI века – Комплексный анализ волокнистой массы – **автоматический анализатор волокна**



Fiber Tester
(Lorentzen & Wettre)



Morfi Compact (TechPap)



Kajani (Valmet)

Технология расширенной сравнительной характеристики структурно-размерных свойств

Определение размеров волокон на автоматическом анализаторе проводится согласно стандартов

- **ISO 16065-1:2001** Pulps. Determination of fibre length by automated optical analysis. Part 1. Polarized light method (Целлюлоза. Определение длины волокна с помощью автоматизированного оптического анализа. Часть 1. Метод определения в поляризованном свете).
- **ISO 16065-2:2007** Pulps - Determination of fibre length by automated optical analysis – Part 2: Unpolarized light method (Целлюлоза. Определение длины волокна методом автоматизированного оптического анализа. Часть 2. Метод с использованием неполяризованного света)

Автоматический анализатор волокна – принцип измерения



Хвойная целлюлоза



Лиственная целлюлоза

В процессе анализа делаются цифровые снимки в поляризованном свете сильно разбавленной суспензии в виде тонкого плоского ламинарного потока, и с помощью программы распознавания образов (Image Analysis) определяются геометрические характеристики волокон

Технология расширенной сравнительной характеристики структурно-размерных свойств

ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЛОКОН

Анализатор волокна FiberTester позволяет получить сформированный отчет в котором представлены следующие основные структурно-морфологические характеристики:

- средняя длина волокон в образце, мм;
- средняя ширина волокон в образце, мкм;
- средний фактор формы волокон в образце, %;
- содержание мелочи, %
- грубость, дг;
- средний угол излома, град;
- число изломов на мм
- число больших изломов на мм;
- число изломов на волокно
- число больших изломов на волокно;
- средний индекс излома;
- средняя длина сегмента, мм;
- число сосудов на 100000 волокон;
- число сосудов на грамм;
- площадь сосудов
- средняя длина сосудов
- средняя ширина сосудов
- средняя площадь сосудов

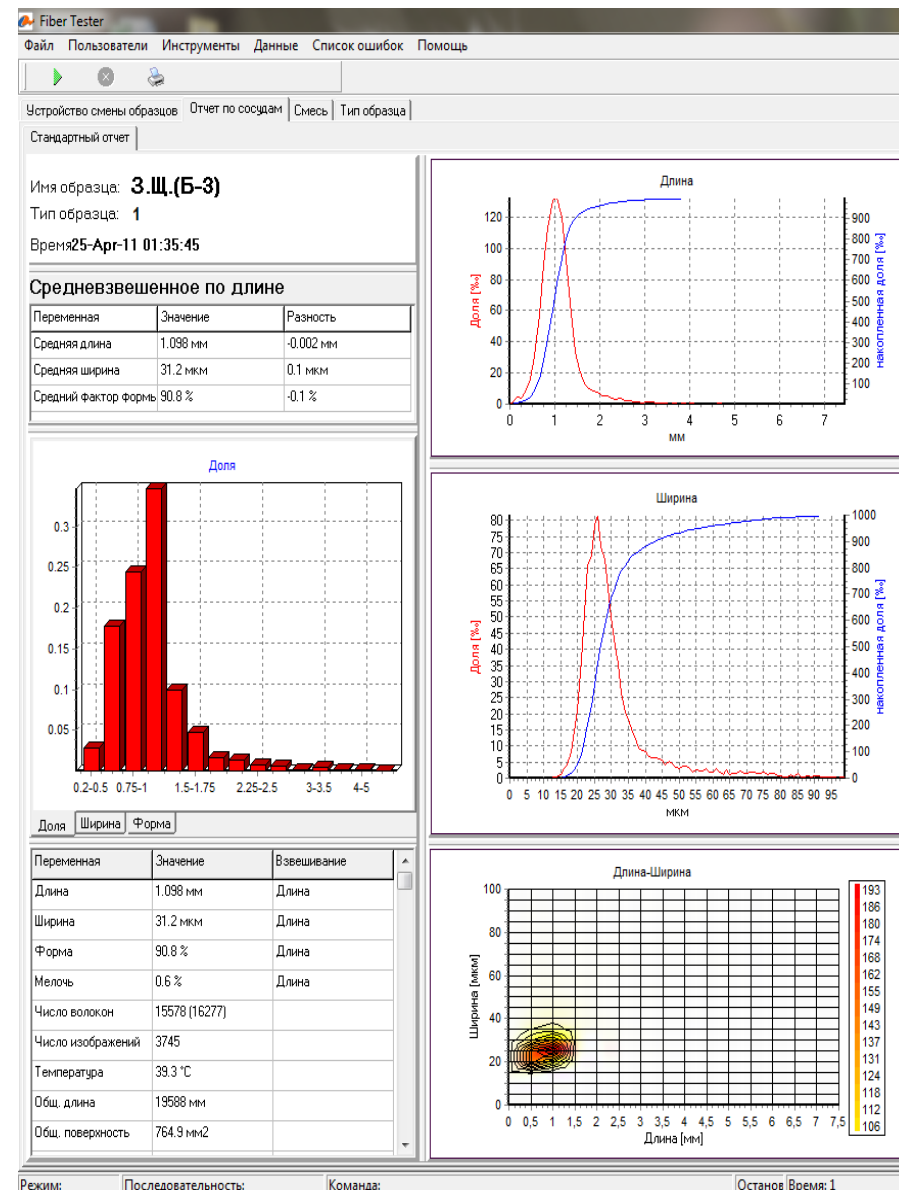
Характеристика фракционного состава:

- доля волокон в классах длины (в мм), % – 75 классов через 0,1 мм;
- доля волокон в классах ширины (в мкм), % – 50 классов через 2 мкм;
- Доля волокон в классах по форме – 50 классов через 1 %
- средняя ширина волокон в классах длины; мкм;
- средний фактор формы волокон в классе, %;

Количественная оценка бумагообразующего потенциала дополняется несколькими усредненными величинами размеров волокон, учитывающих взвешенную, объёмную или массовую долю.

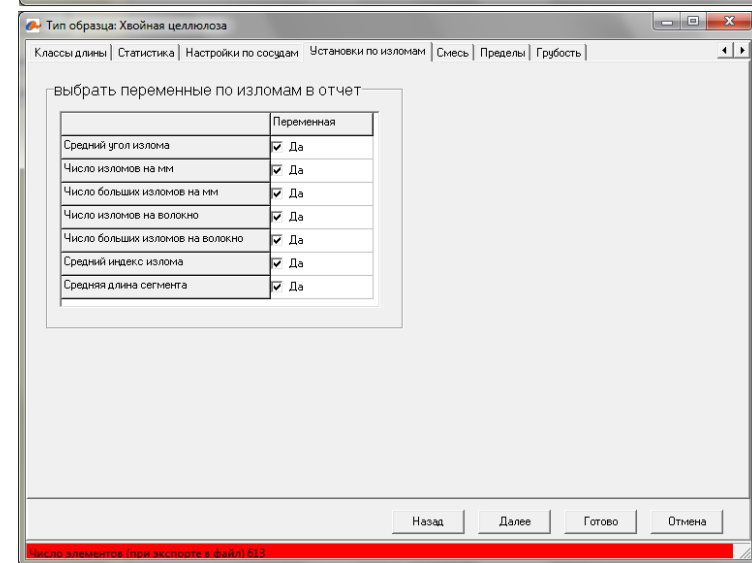
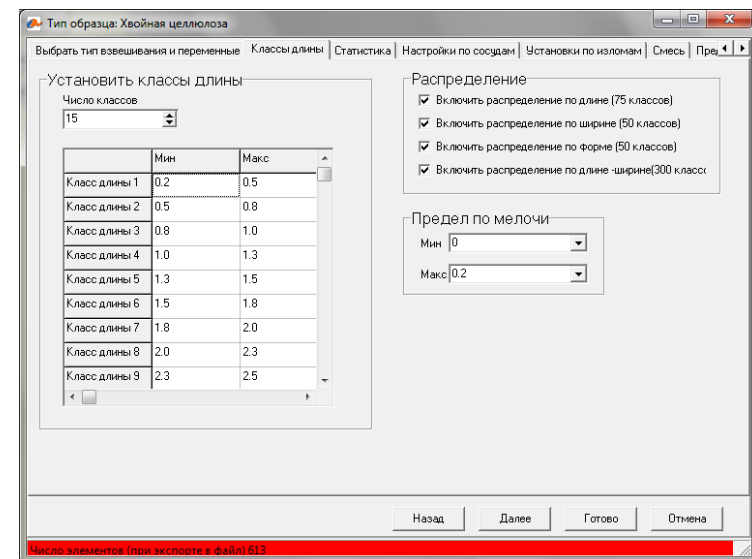
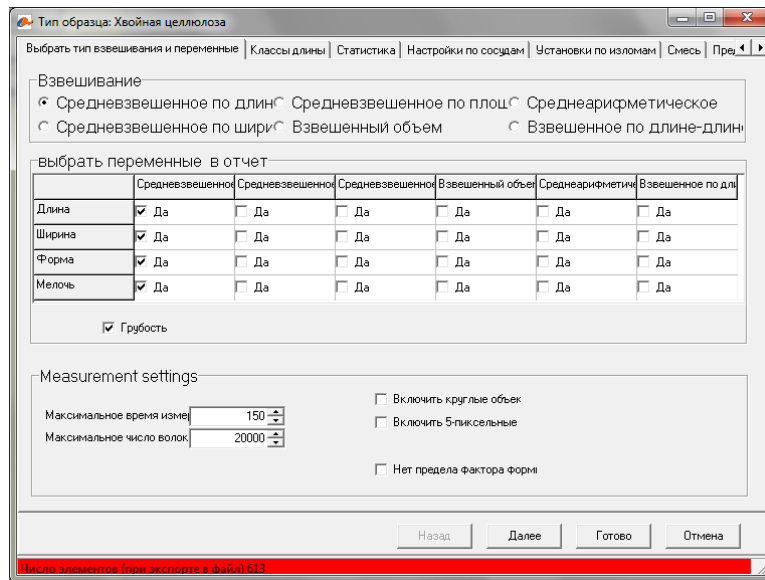
По результатам анализа пробы формируется отчет на экране в виде серии таблиц и графиков

Автоматический анализатор волокна Fiber Tester



Алгоритм работы

- Настройка программы FiberTester
 - Размеры классов
 - Величина мелочи
 - Перечень характеристик
- Измерения
- Представление результатов



После проведения измерений перенастроить алгоритм вычислений и провести повторные вычисления для этого образца невозможно.

Экспортированные результаты в текстовом формате

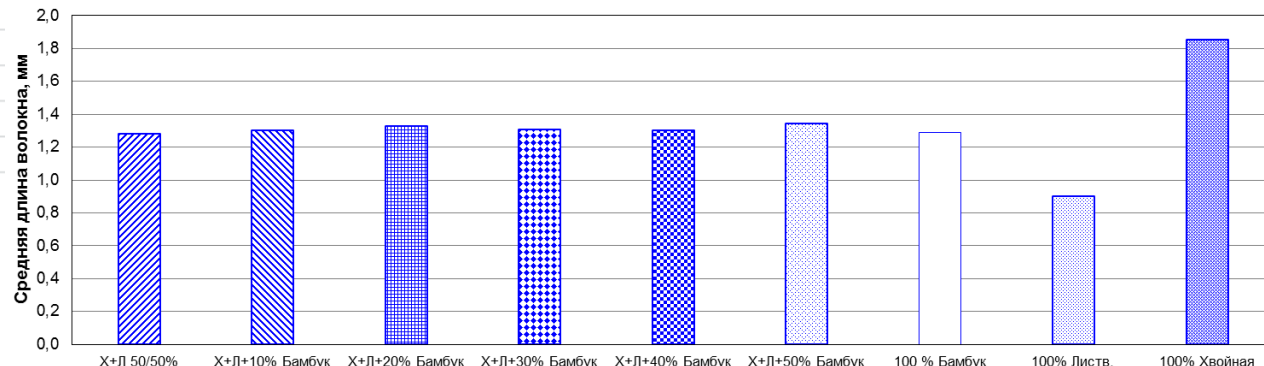
5 мая.txt — Блокнот

L-W_11_9	L-W_11_10	L-W_11_11	L-W_11_12	L-W_11_13	L-W_11_14	L-W_11_15	L-W_11_16	L-W_11_17	L-W_11_18	L-W_11_19	L-W_11_20	L-W_12_1	L-W_12_2	L-W_12_3	L-W_12_4	L-W_12_5	L-W_12_6	L-W_12_7	L-W_12_8	L-W_12_9	L-W_12_10	L-W_12_11	L-W_12_12	L-W_12_13	L-W_12_14	L-W_12_15	L-W_12_16	L-W_12_17	L-W_12_18	L-W_12_19	L-W_12_20	L-W_13_1	L-W_13_2	L-W_13_3	L-W_13_4	L-W_13_5	L-W_13_6	L-W_13_7	L-W_13_8	L-W_13_9	L-W_13_10	L-W_13_11	L-W_13_12	L-W_13_13	L-W_13_14	L-W_13_15	L-W_13_16	L-W_13_17	L-W_13_18	L-W_13_19	L-W_13_20	L-W_14_1	L-W_14_2	L-W_14_3	L-W_14_4	L-W_14_5	L-W_14_6	L-W_14_7	L-W_14_8	L-W_14_9	L-W_14_10	L-W_14_11	L-W_14_12	L-W_14_13	L-W_14_14	L-W_14_15	L-W_14_16	L-W_14_17	L-W_14_18	L-W_14_19	L-W_14_20	L-W_15_1	L-W_15_2	L-W_15_3	L-W_15_4	L-W_15_5	L-W_15_6	L-W_15_7	L-W_15_8	L-W_15_9	L-W_15_10	L-W_15_11	L-W_15_12	L-W_15_13	L-W_15_14	L-W_15_15	L-W_15_16	L-W_15_17	L-W_15_18	L-W_15_19	L-W_15_20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Value	бер+лист.не бел3	Казаков	2023-05-05 12:13:37	-	1,295	0,044	23,4	0,2	89,8	-0,1	Length	0,082	0,184	0,188	0,202	0,146	0,038	0,014	0,018	0,016	0,022	0,014	0,030	0,020	0,024	0,004	21,1	21,0	20,9	21,5	22,7	27,0	27,9	28,8	30,7	32,0	32,9	32,9	33,9	35,3	34,6	92,9	92,2	91,9	91,3	90,4	86,1	82,7	82,3	81,7	82,7	81,5	81,0	82,1	79,3	78,2	1,295	23,4	89,8	3,5	15954 (20030)	3947	28,7	25998	635,6	18,57	0,155	7,900	1,000	173,6	7,0	547157	51,2	0,399	0,109	0,397	0,109	1,009	1,033	6,895	26,681	21,773	24,784	32,683	44,764	57,565	75,703	83,351	98,151	101,581	93,343	64,522	47,051	29,202	16,293	12,267	8,082	7,777	5,787	6,344	5,056	5,560	7,111	8,122	6,333	6,757	8,364	6,886	6,496	5,694	5,872	5,831	6,702	4,522	5,631	4,774	3,105	3,179	2,993	3,915	4,287	2,641	3,286	3,981	0,940	1,602	0,654	0,667	1,024	0,352	0,356	0,722	0,000	0,747	0,381	0,000	0,000	0,402	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00

Результаты, импортированные в Excel

	A	B	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Property I	300	302	303	304	3003	3004	3005	3006	3007	3008	3009	3010	3011	3012	301
	Property name	Sample name	Sample time	Comment	Info	Mean length mm	Difference mm	Mean width μm	Difference μm	Mean shape %	Difference μm	Weighting	P1:0,001-0,02	P2:0,02-0,04	P3:0,04-0,06	P4:0,06-0,08
2																
3	Value	X+Л 50/50%	26.09.2022 16:33	-		1,279	0,009	25,6	0	89,6	-0,2	Length	0	0	0,008	
4	Value	X+Л 50/50%	26.09.2022 16:25	-		1,284	-0,006	25,7	-0,2	89,5	-0,3	Length	0	0	0,008	
5	Value	X+Л 50/50%	26.09.2022 16:16	-		1,274	0,022	25,7	0,1	89,4	-0,5	Length	0	0	0,008	
6						1,279	0,008333	25,66667	-0,03333	89,5	-0,33333		0	0	0,008	
7	Value	100% Бамбук	26.09.2022 18:15	-		1,277	0,059	20	0,3	86,6	-0,1	Length	0	0	0,011	
8	Value	100% Бамбук	26.09.2022 18:07	-		1,313	-0,014	19,9	0,1	86,3	0	Length	0	0	0,011	
9	Value	100% Бамбук	26.09.2022 17:58	-		1,276	0,145	19,9	0,8	86,3	-0,6	Length	0	0	0,012	
10						1,288667	0,063333	19,93333	0,4	86,4	-0,23333		0	0	0,011333	
11	Value	100% Листвен	26.09.2022 17:41	-		0,894	-0,001	23,3	0	92,2	-0,1	Length	0	0	0,007	
12	Value	100% Листвен	26.09.2022 17:33	-		0,909	-0,009	23,3	-0,1	92	0	Length	0	0	0,006	
13	Value	100% Листвен	26.09.2022 17:24	-		0,899	-0,002	23,3	0	92,1	0	Length	0	0	0,006	

45	Сводные результаты	X+Л 50/50%	X+Л+10% Бамбук	X+Л+20% Бамбук	X+Л+30% Бамбук	X+Л+40% Бамбук	X+Л+50% Бамбук	100 % Бамбук	100% Листв.	100% Хвойная	06333
46	Средняя длина мм	1,279	1,300	1,328	1,307	1,301	1,342	1,289	0,901	1,852	0,01
47	Средняя ширина мкм	25,67	25,43	24,73	24,13	23,80	23,10	19,93	23,30	29,17	0,009
48	Средний фактор формы %	89,50	88,93	88,63	87,37	87,37	86,77	86,40	92,10	86,07	0,009
49	Содержание мелочи, % (<0,2	3,235	3,767	3,767	3,900	4,367	4,467	5,766	2,661	3,845	09333
50	Грубость, дг	255,3	164,4	154,5	155,0	151,7	139,7	113,3	236,5	263,2	
51	Средний угол излома, град	56,8	56,2	56,3	56,6	55,9	56,2	54,0	55,3	62,0	
52	Число изломов на мм	0,380									
53	Число больших изломов на м	0,131									
54	Число изломов на волокно	0,383									
55	Число больших изломов на в	0,132									
56	Средняя длина сегмента, мм	1,094									
57											



Сбор результатов измерений в электронной таблице

При анализе каждого образца целлюлозы, формируется файл, содержащий до **890** измеренных значений.

Каждому измеренному свойству присвоен идентификатор **Property ID**, который принимает целочисленное значение от 300 до 4900.

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
2	Property ID1	300	301	302	303	304	3003	3004	3005	3006	3007	3008	3009	3010	3011	3012	3013	3014	3015	3016
3	Property name	Sample name	Sample type	Sampl e time	Comm en t	Info	Mean length mm	Difference mm	Mean width µm	Difference µm	Mean shape %	Difference µm	Weighting	P1:0,2-0,5	P2:0,5-0,8	P3:0,8-1	P4:1-1,2	P5:1,2-1,5	P6:1,5-1,8	P7:1,8-2
4	Value 3.01.19	Хв белен.целл.АЦБК	Хвойная целлюлоза	=====			2,113	0,044	26,17	0,03	83,00	0,07		0,06	0,07	0,05	0,05	0,08	0,09	0,07
5	Value3.09.19	Хв бисульф.бел.Краснояр ЦБ3	Хвойная целлюлоза	=====			2,217	0,037	31,167	0,100	84,833	-0,167		0,054	0,057	0,044	0,043	0,071	0,083	0,063
6	Value21.03	фибра Н/Б Коряжма	Хвойная целлюлоза	=====			2,255	-0,018	27,500	-0,033	84,700	-0,033		0,048	0,055	0,042	0,046	0,074	0,081	0,059
7	Value25.03	Хвойная бел	Хвойная целлюлоза	=====			2,172	-0,017	27,267	0,000	80,333	0,033		0,049	0,060	0,047	0,045	0,079	0,088	0,066
8	Value26.03	Экстра Н/Б Коряжма	Хвойная целлюлоза	=====			2,115	0,036	28,567	-0,067	86,867	0,233		0,058	0,095	0,078	0,069	0,073	0,060	0,046
9	Value27.03	Целл.СФА хвой. Н/Б	Хвойная целлюлоза	=====			2,278	0,022	29,4	0	80,2	0,1		0,042	0,053	0,040	0,043	0,072	0,081	0,063
10	Value	сфа хв бел разм 1	Хвойная целлюлоза	=====			1,815	-0,017	28,833	-0,033	85,733	-0,167		0,099	0,106	0,073	0,069	0,099	0,091	0,058
11	Value	целл.бел.хвойн.Братск	Хвойная целлюлоза	=====			2,186	0,022	29,3	0,17	81,1	0,2		0,056	0,068	0,053	0,050	0,068	0,080	0,056
12	Value	соколовский цбк разм	Хвойная целлюлоза	=====			2,108	0,044	35,267	0,033	85,233	0,000		0,126	0,094	0,056	0,052	0,069	0,065	0,040
13	Value	сфи фотобум Фин1	Хвойная целлюлоза	=====			0,56	0,01	32,17	-0,03	89,77	-0,13		0,555	0,260	0,082	0,045	0,034	0,014	0,005
14	Value 4.02.19	Листва белен.Усть-Илим	Листва	=====			1,840	0,037	26,850	0,025	77,375	-0,200		0,086	0,095	0,063	0,063	0,100	0,100	0,071
15	Value3.10.19	бер+листв-ца н/Б Усть-Илим	Листва	=====			1,314	0,005	24,167	-0,067	90,267	-0,200		0,070	0,171	0,203	0,203	0,156	0,033	0,014
16	Value22.03.20	Лиственная АЦБК	Листва	=====			0,918	-0,006	21,300	0,033	90,200	0,100		0,105	0,261	0,254	0,212	0,126	0,022	0,008
17	Value18.03.20	целл.виско-ая бел.Коряжма	Листва	=====			1,825	0,0347	26,867	0,0667	77,4667	-0,1667		0,0830	0,0957	0,0667	0,0643	0,1013	0,1027	0,0657
18	Value28.03	Листв АЦБК	Листва	=====			0,91	-0,003	21,9	0,00	86,9	0,10		0,102	0,266	0,259	0,215	0,123	0,020	0,006
19	Value31.03	Листв Н/Б СФА целл	Листва	=====			0,937	-0,002	23,0	0	88	0,2		0,089	0,240	0,250	0,234	0,154	0,021	0,005
20	Value	Бамбук	Листва	=====			1,849	0,005	27,6	0,100	88,600	0,167		0,043	0,078	0,069	0,077	0,129	0,129	0,081
21	Value	целл.бел.листв.Братск	Листва	=====			0,048	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,103	0,345	0,336	0,316	0,315	0,338	0,003
22	Value	ПЦ не белен.листв.АЦБК	Листва	=====																
23	Value	целл.сульфатн.Н/Б АЦБК Листв	Листва	=====																
24	Value	Эвкалипт-3	Листва	=====																
25																				
26																				

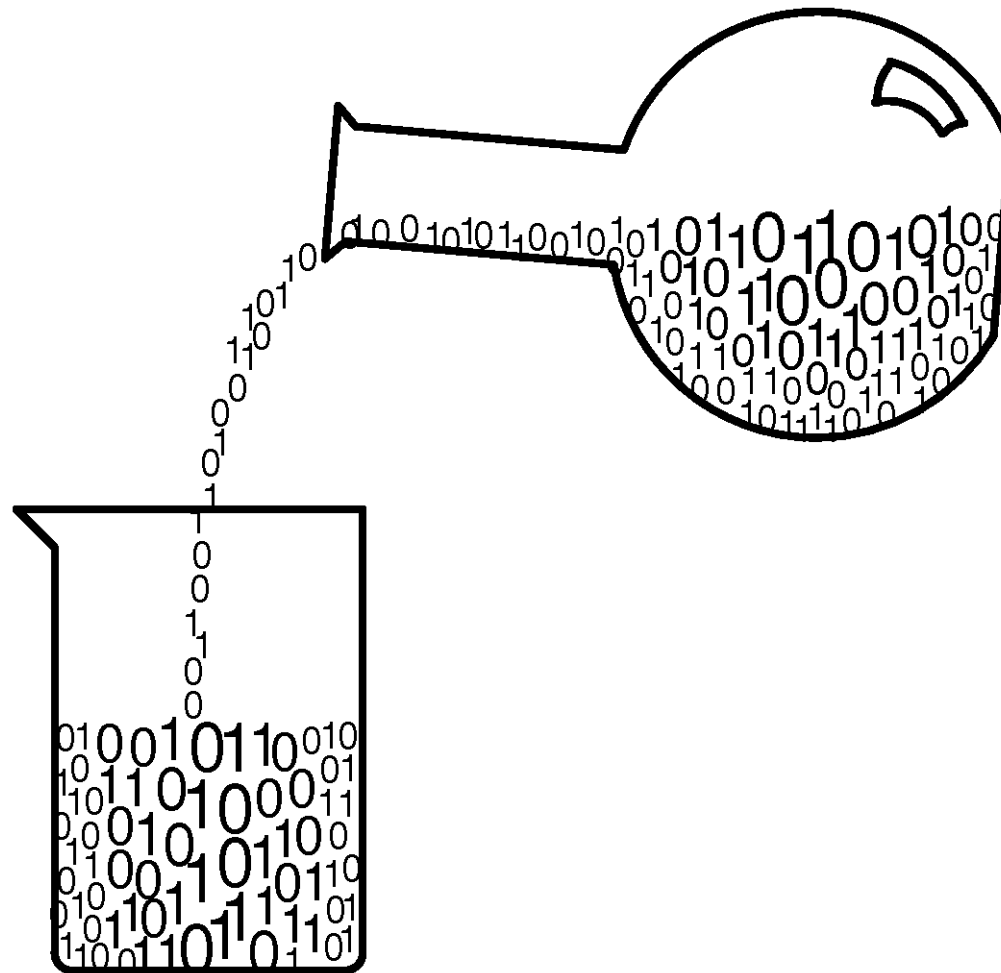
1	A	B	C	D	E	F	FO	FP	FQ	FR	FS	FT	FU	FV	FW	FX	FY	FZ	GA	GB	GC	GD
2	Property ID1	300	301	302	303	304	3387	3388	3400	3401	3402	3403	3404	3405	3406	3407	3408	3410	3411	3412	3413	3414
3	Property name	Sample name	Sample type	Sampl e time	Comm en t	Info	M1(9,8)	M1(9,9)	M2(1,1)	M2(1,2)	M2(1,3)	M2(1,4)	M2(1,5)	M2(1,6)	M2(1,7)	M2(1,8)	M2(1,9)	M2(2,1)	M2(2,2)	M2(2,3)	M2(2,4)	M2(2,5)
4	Value 3.01.19	Хв белен.целл.АЦБК	Хвойная целлюлоза	=====			0,00	10,00	0,00										29,67	20,00	0,00	
5	Value3.09.19	Хв бисульф.бел.Краснояр ЦБ3	Хвойная целлюлоза	=====			10,000	39,667	0,000										30,333	0,000	0,000	
6	Value21.03	фибра Н/Б Коряжма	Хвойная целлюлоза	=====			10,000	10,000	0,000										0,000	10,000	0,000	
7	Value25.03	Хвойная бел	Хвойная целлюлоза	=====			0,000	0,000	0,000										0,000	0,000	10,000	
8	Value26.03	Экстра Н/Б Коряжма	Хвойная целлюлоза	=====			10	40	20										49	30	10	
9	Value27.03	Целл.СФА хвой. Н/Б	Хвойная целлюлоза	=====			0,000	10,000	0,000										0,000	0,000	10,000	
10	Value	сфа хв бел разм 1	Хвойная целлюлоза	=====			20	10	0,000										20	30	0,000	
11	Value	целл.бел.хвойн.Братск	Хвойная целлюлоза	=====			29,667	29,667	10,000										20,000	29,667	10,000	
12	Value	соколовский цбк разм	Хвойная целлюлоза	=====			237,3	148,3	20,0										425,7	386,0	118,3	
13	Value	сфи фотобум Фин1	Хвойная целлюлоза	=====			119,000	49,667	10,000										208,333	59,333	10,000	
14	Value 4.02.19	Листва белен.Усть-Илим	Листва	=====			0,000	0,000	37,500	45,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	29,750	22,750	7,500	0,000	
15	Value3.10.19	бер+листв-ца н/Б Усть-Илим	Листва	=====			0,000	0,000	30,000	10,000	10,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	99,333	109,333	69,333	49,667	
16	Value22.03.20	Лиственная АЦБК	Листва	=====			0,000	0,000	89,667	149,000	19,667	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	456,667	457,000	99,333	59,333	
17	Value18.03.20	целл.виско-ая бел.Коряжма	Листва	=====			0,0000	0,0000	10,0000	20,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	20,0000	10,0000	0,0000	0,0000	
18	Value28.03	Листв АЦБК	Листва	=====			0,000	0,000	40,333	80,000	40,333	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	280,333	281,000	110,333	49,667	
19	Value31.03	Листв Н/Б СФА целл	Листва	=====			0	0	19,6667	60,3333	0	0	0	0	0	0	0	239,333	269,667	169	20	
20	Value	Бамбук	Листва	=====			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	39,667	0,000	0,000	0,000	
21	Value	целл.бел.листв.Братск	Листва	=====			0,0	0,0	108,67	148,33	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	662,67	455,33	138,33	49,67	
22	Value	ПЦ не белен.листв.АЦБК	Листва	=====			0,000	0,000	79,667	89,667	20,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	229,333	119,333	30,000	20,000	
23	Value	целл.сульфатн.Н/Б АЦБК Листв	Листва	=====			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	39,667	0,000	0,000	0,000	
24	Value	Эвкалипт-3	Листва	=====			0,000	0,000	29,667	59,667	10,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	79,000	129,000	89,000	79,000	
25																						
26																						

Собранная база данных, готовых к обработке

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	Property ID1	300	301	302	303	304	3003	3004	3005	3006	3007	3008	3009	3010	3011	3012	3013	3014	3015	3016
	Property name	Sample name	Sample type	Sample time	Comment	Info	Mean length mm	Difference mm	Mean width μm	Difference μm	Mean shape %	Difference μm	Weighting	P1:0,2-0,5	P2:0,5-0,8	P3:0,8-1	P4:1-1,2	P5:1,2-1,5	P6:1,5-1,8	P7:1,8-2
3																				
4	Value 3.01.19	Хв белен.целл.АЦБК	Хвойная целлюлоза	####			2,113	0,044	26,17	0,03	83,00	0,07		0,06	0,07	0,05	0,05	0,08	0,09	0,07
5	Value3.09.19	Хв бисульф.бел.Краснояр ЦБЗ	Хвойная целлюлоза	####			2,217	0,037	31,167	0,100	84,833	-0,167		0,054	0,057	0,044	0,043	0,071	0,083	0,063
6	Value21.03	фибра Н/Б Коряжма	Хвойная целлюлоза	####			2,255	0,018	27,500	-0,033	84,700	-0,033		0,048	0,055	0,042	0,046	0,074	0,081	0,059
7	Value25.03	Хвойная бел	Хвойная целлюлоза	####			2,172	-0,017	27,267	0,000	80,333	0,033		0,049	0,060	0,047	0,045	0,079	0,088	0,066
8	Value26.03	Экстра Н/Б Коряжма	Хвойная целлюлоза	####			2,115	0,036	28,567	-0,067	86,867	0,233		0,058	0,095	0,078	0,069	0,073	0,060	0,046
9	Value27.03	Целл.СФА хвой. Н/Б	Хвойная целлюлоза	####			2,278	0,022	29,4	0	80,2	0,1		0,042	0,053	0,040	0,043	0,072	0,081	0,063
10	Value	сфа хв бел разм 1	Хвойная целлюлоза	####			1,815	-0,017	28,833	-0,033	85,733	-0,167		0,099	0,106	0,073	0,069	0,099	0,091	0,058
11	Value	целл.бел.хвойн.Братск	Хвойная целлюлоза	####			2,186	0,022	29,3	0,17	81,1	0,2		0,056	0,068	0,053	0,050	0,068	0,080	0,056
12	Value	сокольский цбк разм	Хвойная целлюлоза	####			2,108	0,044	35,267	0,033	85,233	0,000		0,126	0,094	0,056	0,052	0,069	0,065	0,040
13	Value	сфи фотобум Фин1	Хвойная целлюлоза	####			0,56	0,01	32,17	-0,03	89,77	-0,13		0,555	0,260	0,082	0,045	0,034	0,014	0,005
14	Value 4.0219	Листва белен.Усть-Илим	Листва	####			1,840	0,037	26,850	0,025	77,375	-0,200		0,086	0,095	0,063	0,063	0,100	0,100	0,071
15	Value3.1019	бер+листв-ца н/б Усть-Илим	Листва	####			1,314	0,005	24,167	-0,067	90,267	-0,200		0,070	0,171	0,203	0,203	0,156	0,033	0,014
16	Value22.03.20	Лиственная АЦБК	Листва	####			0,918	-0,006	21,300	0,033	90,200	0,100		0,105	0,261	0,254	0,212	0,126	0,022	0,008
17	Value18.03.20	целл.виско-ая бел.Коряжма	Листва	####			1,825	0,0347	26,8667	0,0667	77,4667	-0,1667		0,0830	0,0957	0,0667	0,0643	0,1013	0,1027	0,0657
18	Value28.03	Листв АЦБК	Листва	####			0,91	-0,003	21,9	0,00	86,9	0,10		0,102	0,266	0,259	0,215	0,123	0,020	0,006
19	Value31.03	Листв Н/Б СФА целл	Листва	####			0,937	-0,002	23,0	0	88	0,2		0,089	0,240	0,250	0,234	0,154	0,021	0,005
20	Value	Бамбук	Листва	####			1,849	0,005	17,267	0,100	88,600	0,167		0,043	0,078	0,069	0,077	0,126	0,129	0,081
21	Value	целл.бел.листв Братск	Листва	####			0,948	0,004	22,000	0,167	89,800	-0,033		0,101	0,245	0,236	0,216	0,151	0,028	0,007
22	Value	ПЦ не белен.листв.АЦБК	Листва	####			1,065	0,005	30,2	-0,1	89,0	0,2		0,061	0,187	0,233	0,231	0,190	0,046	0,016
23	Value	целл.сульфатн.Н/Б АЦБК Листв	Листва	####			2,503	0,073	32,5	0,000	88,5	-0,1		0,048	0,04667	0,03467	0,035	0,05633	0,062	0,044
24	Value	Эвкалипт-3	Листва	####			0,763	-0,002	20,133	0,033	92,667	0,033		0,100	0,508	0,295	0,057	0,023	0,012	0,003
25																				

Итоговая база данных, таблица, представляющая собой таблицу значений с Property ID в качестве заголовка столбца, хранит всю необходимую информацию, которая при обработке передается на отдельный лист, на котором, собственно, и выполняется отбор и обработка числовых данных и построение результирующих таблиц и диаграмм

Численные эксперименты



Выбор образцов для сравнительного анализа

Выполняется на листе «Сравнение». При выборе образца из списка, данные по нему с листа «Данные расчет» копируются на лист «Сравнение», и становятся доступными для анализа.

Полные названия образцов используются в заголовках диаграмм и шапках таблиц, а сокращенные – в легендах графиков и подписях столбцов табличных данных.

Данные и результаты для каждого выбранного образца обозначены своим цветом.

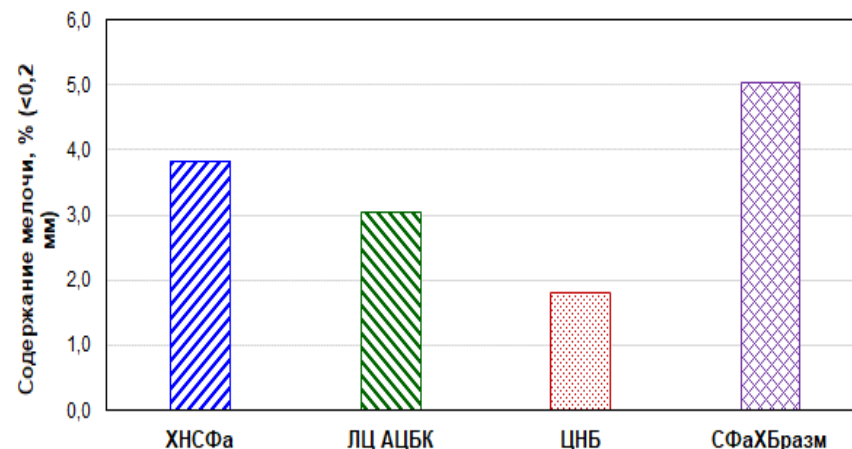
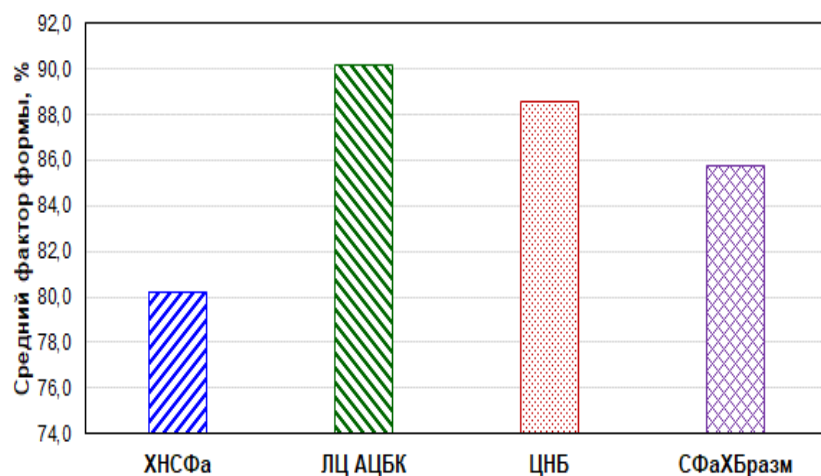
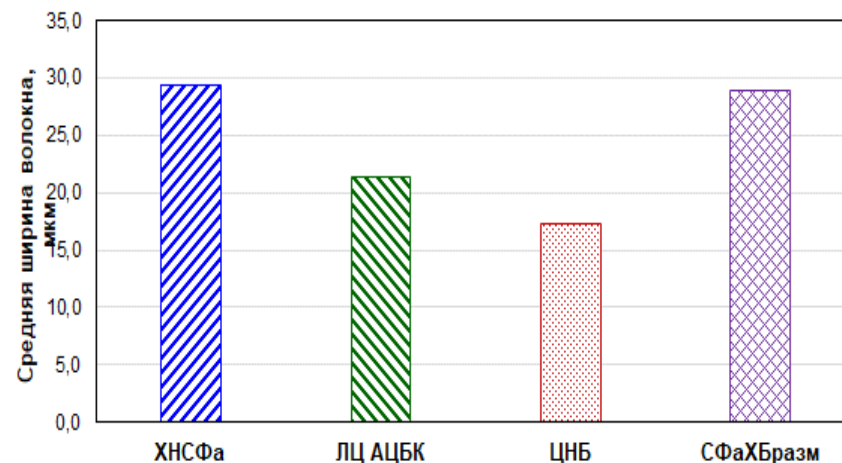
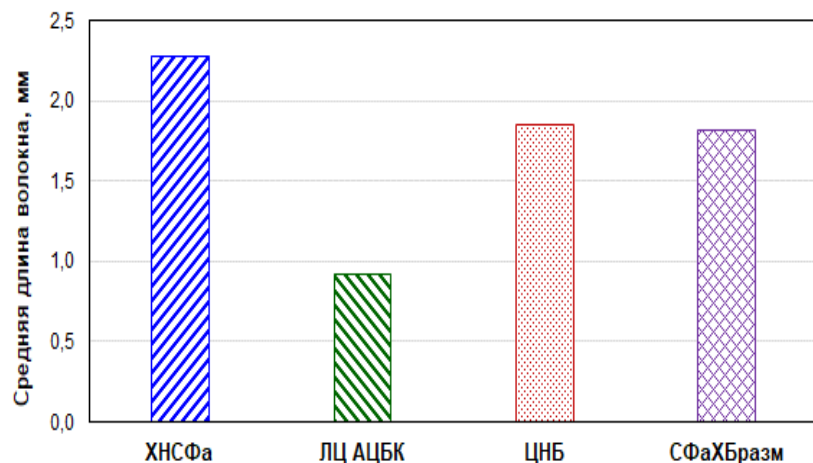
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1		1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2		Property name	300	301	302	303	304	3003	3004	3005	3006	3007	3008	3009	3010	301
3		Sample name	Sample type	Sample time	Comment	Info	Mean length mm	Difference mm	Mean width μm	Difference μm	Mean shape %	Difference μm	Weighting	P1:0,2-0,5	P2:0,5-0,	
4	Количество сравниваемых целлюлоз		4				4									
5	лист	данные расчет														
6	Образец 1	Хвойная сульфатная небеленая					6 ХНСФа	Хвойная сульфатная небеленая								
7		Хвойная сульфатная беленая размол 1														
8	адрес	'данные'	расчет!C9	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'
9	Есть дан	1		1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
10	Значен Value	Целлюлоза	Целлюлоза	Целлюлоза	Целлюлоза	Целлюлоза	2,278	0,02233	29,36667	0	80,1667	0,13333		0,04233	0,05	
11		Лиственная беленая целлюлоза Усть-Ильма														
12	Образец 2	Лиственная целлюлоза АЦБК					13 ЛЦ АЦБ	Лиственная целлюлоза АЦБК								
13		Лиственная беленая целлюлоза Коряжма														
14	адрес	'данные'	расчет!C16	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'
15	Есть дан	1		1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
16	Значен Value	Лиственная АЦБК	Листва	Листва	Листва	Листва	0,91767	-0,0057	21,3	0,03333	90,2	0,1		0,10533	0,2606	
17		Бамбуковая небеленая целлюлоза														
18	Образец 3	Бамбуковая небеленая целлюлоза					17 ЦНБ	Бамбуковая небеленая целлюлоза								
19		Бамбуковая беленая целлюлоза														
20	адрес	'данные'	расчет!B20	'данные'	расчет!C20	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'
21	Есть дан	1		1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
22	Значен Value	Бамбук	Листва	Листва	Листва	Листва	1,84933	0,005	17,26667	0,1	88,6	0,16667		0,04267	0,07	
23		Хвойная сульфатная беленая размол 1														
24	Образец 4	Хвойная сульфатная беленая размол 1					7 СФаХБр	Хвойная сульфатная беленая размол 1								
25		Хвойная сульфатная беленая размол 1														
26	адрес	'данные'	расчет!B10	'данные'	расчет!C10	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'	'данные'
27	Есть дан	1		1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
28	Значен Value	сфа хв бел разм 1	Хвойная целлюлоза	Хвойная целлюлоза	Хвойная целлюлоза	Хвойная целлюлоза	1,81533	-0,017	28,83333	-0,0333	85,7333	-0,1667		0,099	0,10	
29																

Сводные результаты по структурно-размерным свойствам сравниваемых образцов приводятся в табличном виде и в графическом виде

Средняя длина волокна, мм
278
0,918
1,849
1,314

Можно построить 18 диаграмм!!!

Графическое представление результатов



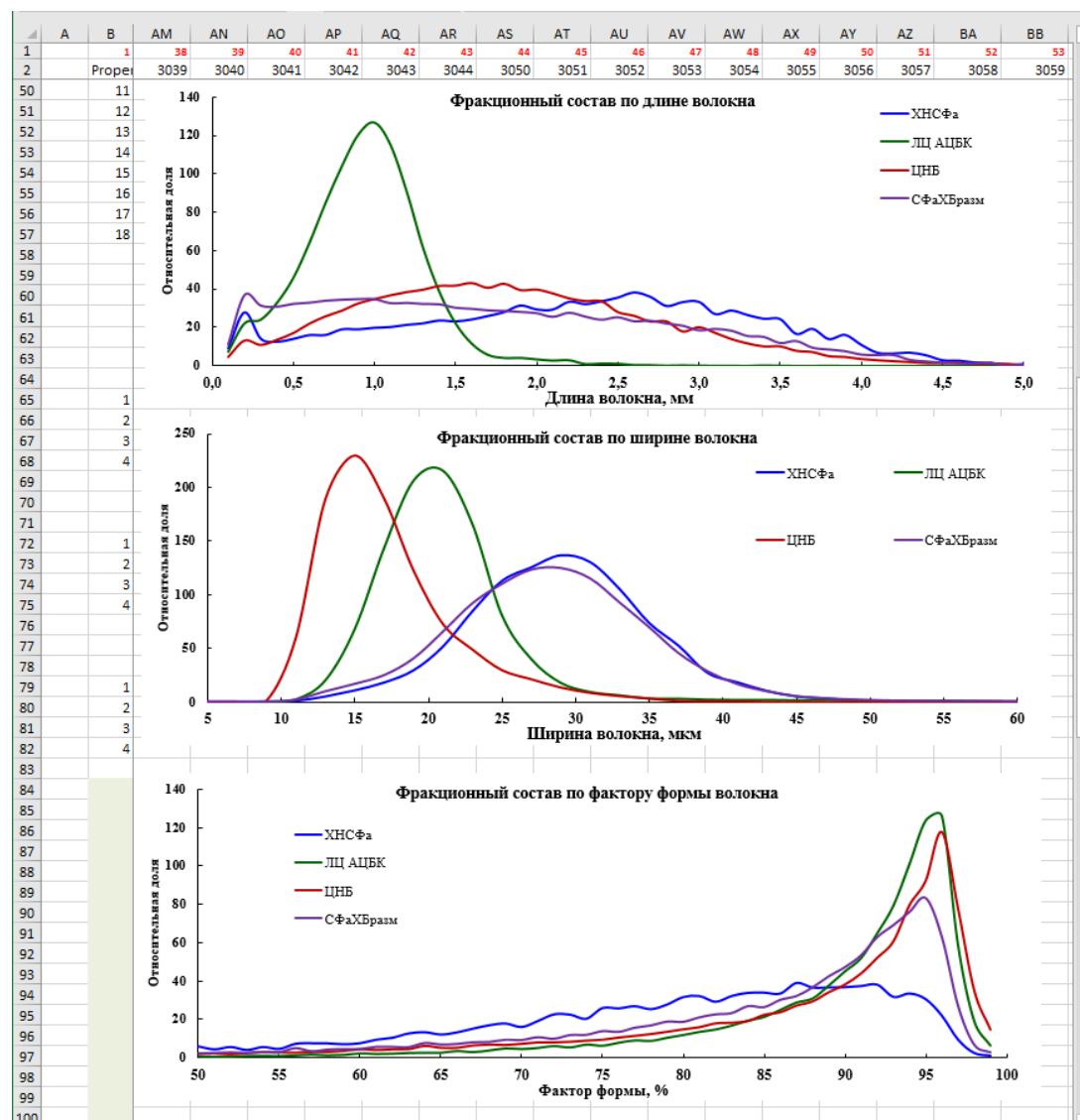
Фракционный состав по длине, ширине и форме волокон

Массивы данных позволяют построить диаграммы трех видов:

- по заранее заданным 15 классам, предусмотренных в настройках ПО FiberTester;
- по классам, размер и количество которых задается произвольно при выполнении сравнительной обработки;
- по 75 классам длины через 0,1 мм, по 50 классам ширины через 2 мкм, и 50 классов по форме.

Фракционный состав

- по 75 классам длины через 0,1 мм,
- по 50 классам ширины через 2 мкм,
- 50 классов по форме.



Фракционный состав

Фракционный состав по заранее определенным классам

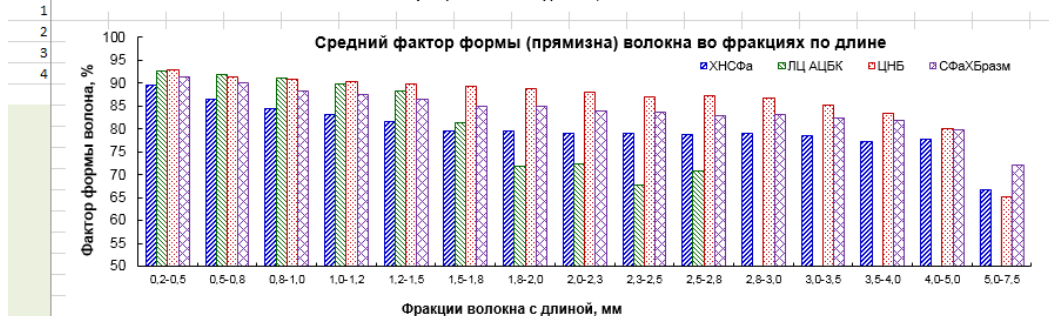
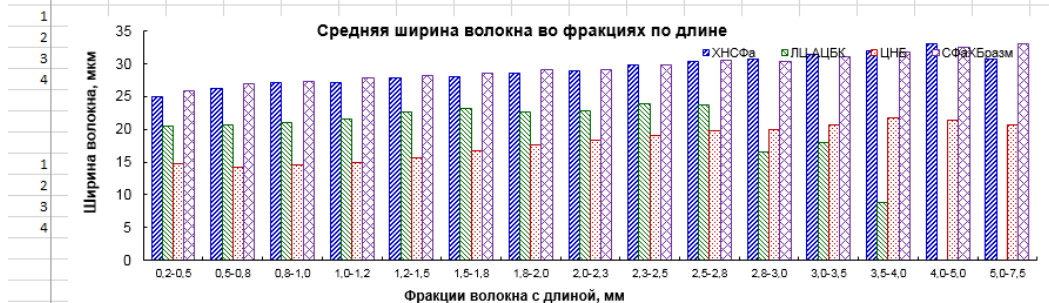
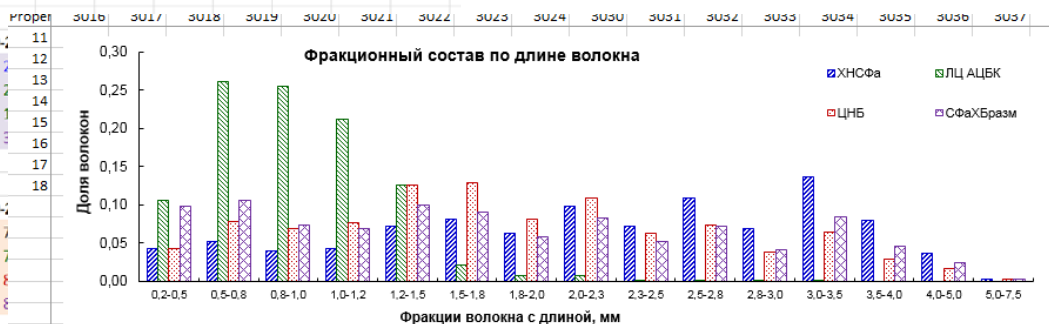
Длина волокна в классе		класс														
		0,2-0,5	0,5-0,8	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-1,8	1,8-2,0	2,0-2,3	2,3-2,5	2,5-2,8	2,8-3,0	3,0-3,5	3,5-4,0	4,0-5,0	5,0-7,5
		доля волокна в классе длины														
1	Хвойная сульфатная небеленая	0,042	0,053	0,040	0,043	0,072	0,081	0,063	0,098	0,072	0,109	0,069	0,136	0,080	0,037	0,003
2	Лиственная целлюлоза АЦБК	0,105	0,261	0,254	0,212	0,126	0,022	0,008	0,007	0,002	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
3	Бамбуковая небеленая целлюлоза	0,043	0,078	0,069	0,077	0,126	0,129	0,081	0,109	0,063	0,074	0,039	0,065	0,029	0,016	0,003
4	Береза+лиственница небеленая	0,070	0,171	0,203	0,203	0,156	0,033	0,014	0,021	0,014	0,018	0,013	0,032	0,027	0,024	0,002

Средняя ширина волокна во фракциях

класс		0,2-0,5	0,5-0,8	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-1,8	1,8-2,0	2,0-2,3
1	Хвойная сульфатная небеленая	25,1	26,2	27,2	27,2	27,8	28,1	28,7	29,4
2	Лиственная целлюлоза АЦБК	20,6	20,7	21,0	21,7	22,6	23,1	22,6	22,6
3	Бамбуковая небеленая целлюлоза	14,7	14,3	14,6	14,9	15,6	16,7	17,7	17,7
4	Береза+лиственница небеленая	21,4	21,3	21,5	22,1	23,3	26,6	30,9	30,9

Средний фактор формы волокна во фракциях

класс		0,2-0,5	0,5-0,8	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-1,8	1,8-2,0	2,0-2,3
1	Хвойная сульфатная небеленая	89,6	86,4	84,5	83,0	81,7	79,5	79,4	79,4
2	Лиственная целлюлоза АЦБК	92,7	91,8	91,0	89,9	88,2	81,3	71,8	71,8
3	Бамбуковая небеленая целлюлоза	93,0	91,5	90,9	90,4	89,8	89,2	88,7	88,7
4	Береза+лиственница небеленая	93,1	92,5	92,2	91,7	90,6	86,8	84,1	84,1

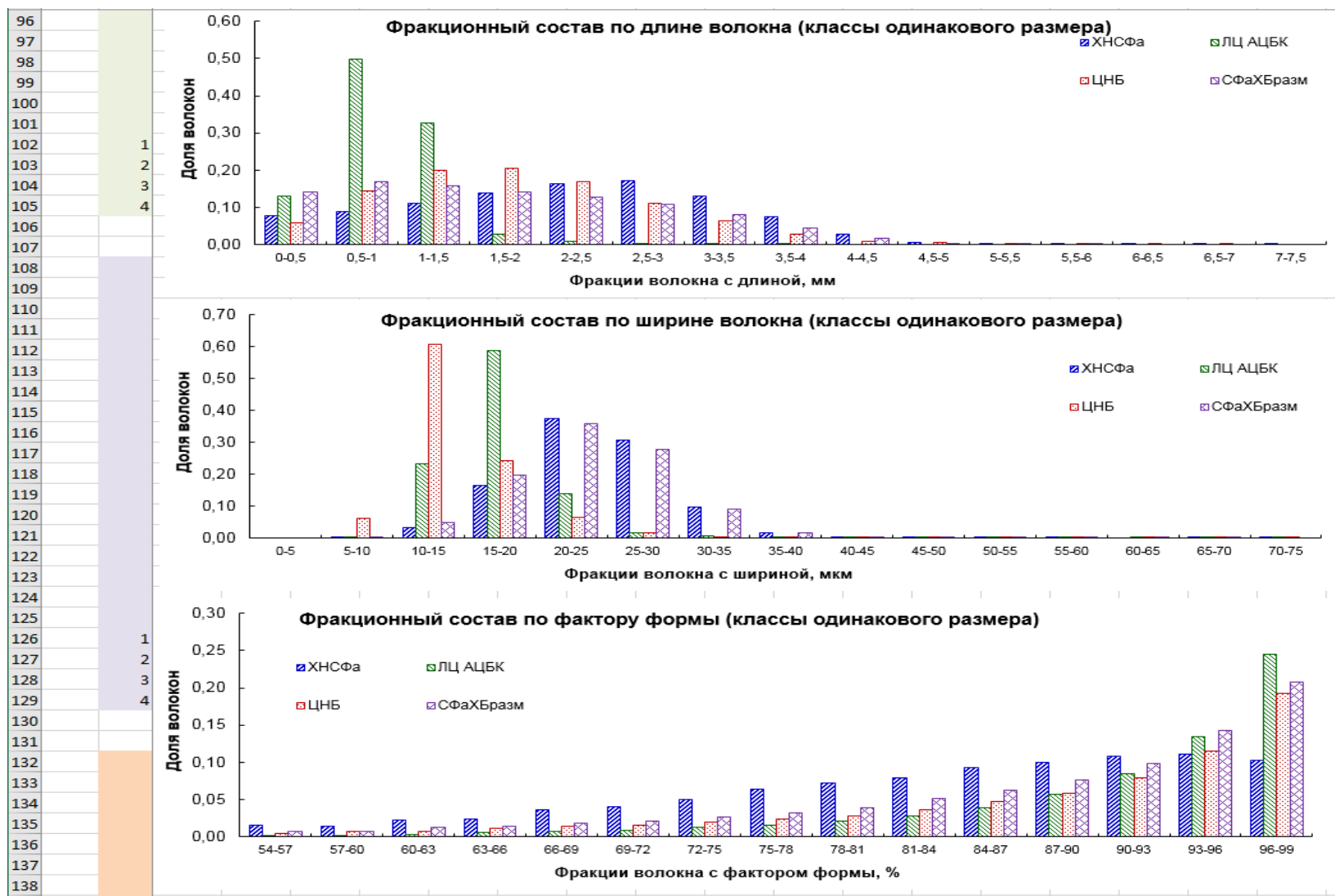


- по заранее заданным 15 классам, предусмотренных в настройках ПО FiberTester;

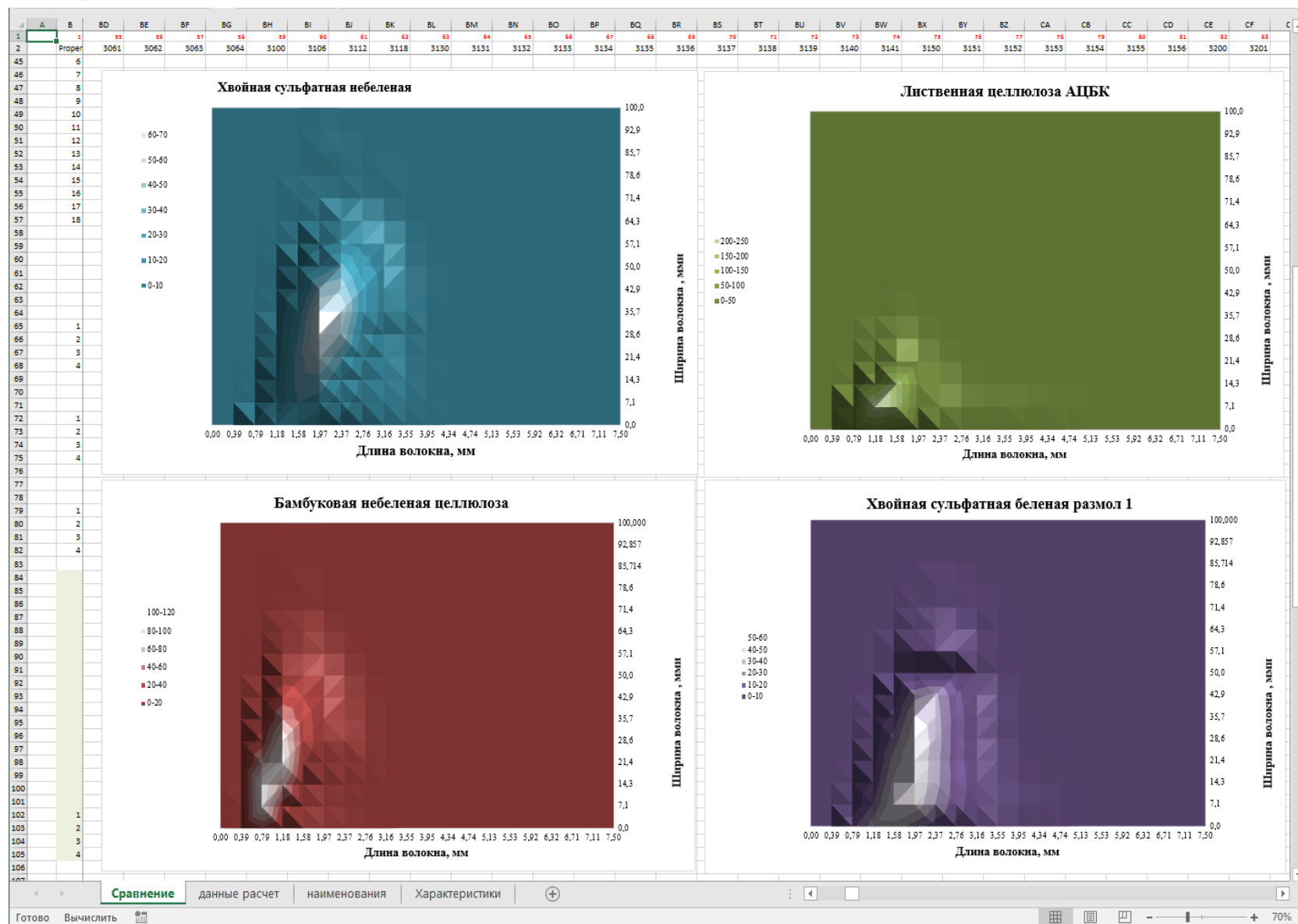
Управление представлением фракционного состава

C83 Фракционный состав по классам произвольно задаваемого размера																		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2		Prope	300	301	302	303	304	3003	3004	3005	3006	3007	3008	3009	3010	3011	3012	3013
83			Фракционный состав по классам произвольно задаваемого размера															
84			Фракционный состав по длине волокна															
85			Размер класса, мм	0,5	0,5		Максимальная длина волокна, мм	7,5	7,5	Столбец начала массива	417							
86			Число классов	12	15		Минимальная длина волокна, мм	0,0	0	Столбец конца массива	491							
87			Число элементарных классов в классе		5													
88			Номер класса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
89			Класс: от, мм	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
90			Класс до, мм	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
101			Класс	0-0,5	0,5-1	1-1,5	1,5-2	2-2,5	2,5-3	3-3,5	3,5-4	4-4,5	4,5-5	5-5,5	5,5-6	6-6,5	6,5-7	7-7,5
102			1 Хвойная сульфатная небеленая	0,078	0,090	0,110	0,139	0,164	0,172	0,131	0,077	0,029	0,007	0,002	0,000	0,001	0,000	0,000
103			2 Лиственная целлюлоза АЦБК	0,132	0,500	0,328	0,029	0,009	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
104			3 Бамбуковая небеленая целлю	0,060	0,144	0,199	0,206	0,169	0,111	0,063	0,028	0,011	0,005	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000
105			4 Хвойная сульфатная беленая р	0,142	0,170	0,159	0,142	0,128	0,108	0,080	0,044	0,018	0,005	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000
107																		
108			Фракционный состав по ширине волокна															
109			Размер класса, мкм	5	5		Максимальная ширина волокна, мкм	75	75	Столбец начала массива	492 RX							
110			Число классов	15	15		Минимальная ширина волокна, мкм	0	0	Столбец конца массива	541 TU							
111			Число элементарных классов в классе		3													
112			Номер класса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
113			Класс: от, мкм	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0	65,0	70,0
114			Класс до, мкм	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0	65,0	70,0	75,0
125			Класс	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75
126			1 Хвойная сульфатная небеленая	0,000	0,001	0,033	0,165	0,374	0,309	0,097	0,018	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
127			2 Лиственная целлюлоза АЦБК	0,000	0,002	0,232	0,588	0,139	0,019	0,007	0,005	0,003	0,002	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
128			3 Бамбуковая небеленая целлю	0,000	0,062	0,607	0,244	0,065	0,018	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
129			4 Хвойная сульфатная беленая р	0,000	0,002	0,051	0,198	0,359	0,278	0,090	0,018	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Гистограммы фракционного состава при задаваемом размере класса



Двумерные диаграммы длина-ширина волокна



Заключение

Таким образом, разработана технология сравнительного анализа свойств волокон в MS Excel, которая позволяет выбрать образцы для анализа, представить данные в табличном виде, и построить сравнительные диаграммы свойств и фракционного состава, а также двумерные диаграммы длина-ширина по волокнам и объектам (сосудам).

Данная технология позволяет дать сравнительную характеристику структурно-морфологических свойств для выбранного набора (до 4-х образцов) волокнистых полуфабрикатов. Наглядное представление позволяет сравнить свойства различных образцов целлюлозы.

Спасибо за внимание!



Северный (Арктический)
федеральный университет

Кафедра целлюлозно-бумажных
и лесохимических производств

тел. (+78182) 21-61-82