

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЬНОВОЛОКНА В ПРОЦЕССЕ ЧЕСАНИЯ

А.С. Дягилев, А.Н. Бизюк, А.Г. Коган

УДК 677.11.017.2/.7

РЕФЕРАТ

ДЛИННОЕ ТРЕПАНОЕ ЛЬНОВОЛОКНО, ЧЕСАНОЕ ЛЬНОВОЛОКНО, ЛЬНЯНОЙ ОЧЕС, ЦВЕТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЬНОВОЛОКНА, ПРЯДИЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ЛЬНОВОЛОКНА

В статье приведены результаты экспериментального исследования изменения цветовых характеристик льноволокна в процессе чесания, проведенного в производственных условиях РУПТП «Оршанский льнокомбинат». Проведен анализ влияния цветовых характеристик на прядильную способность. Приведены статистические модели, позволяющие прогнозировать прядильную способность длинного трепаного, чесаного льноволокна и льняного очеса на основе их цветовых характеристик. Приведены модели, описывающие взаимосвязь между цветовыми характеристиками длинного трепаного, чесаного льноволокна и льняного очеса.

ABSTRACT

LONG SCUTCHED FLAX, HACKLED FLAX, FLAX TOW, COLOR CHARACTERISTICS OF FLAX FIBER, SPINNING ABILITY OF FLAX FIBER

The article contains results of an experimental study of changes in color characteristics of flax fiber in the carding process, conducted under production conditions of the RUPTE «Orsha Linen Mill». Analysis of the color characteristics influence on the spinning ability was conducted. The statistical models for predicting spinning ability of long scutched flax, hackled flax and flax tow based on their color characteristics were developed. The models which describe relationship between the color characteristics of a long scutched, hackled flax and flax tow were developed.

Цветовые характеристики льноволокна, согласно действующим нормативным документам [1, 2, 3], используются при оценке его прядильной способности, поскольку они тесно связаны с содержанием в волокне инкрустов: лигнина и других нецеллюлозных примесей. Процентное содержание лигнина может быть определено химическим анализом, что трудновыполнимо в производственных условиях, или с помощью косвенной оценки методом сравнения цвета льноволокна со стандартными образцами. Цвет льноволокна зависит также от степени его зрелости и условий предварительной обработки. Кроме того, при нарушении технологии стланцевания льноволокна может иметь неоднородный цвет. Таким образом, большое количество техногенных факторов, влияющих на прядильную способность льноволокна, также оказывают влияние и на его цвет, что обуславливает интерес к исследованию взаимосвязи между ними.

Числовой характеристикой, отражающей

оценку прядильной способности льноволокна согласно действующим нормативным документам, является показатель под названием «номер» (N). В производственных условиях РУПТП «Оршанский льнокомбинат» были проведены экспериментальные исследования прядильной способности длинного трепаного льноволокна [4, 5, 6]. Для этого была проведена серия контрольных прочесов, в результате которых фиксировался комплекс физико-механических свойств как длинного трепаного льноволокна, поступающего на вход процесса чесания, так и чесаного льноволокна и льняного очеса, получаемых на выходе. Контрольные прочёсы позволяют проследить связь между физико-механическими свойствами продуктов на входе и на выходе процесса чесания и проводить его статистические исследования. Результаты экспериментальных исследований были подвергнуты статистическому анализу с использованием языка **R** [7]. В настоящем исследовании для выявления взаимосвязей меж-

ду цветовыми характеристиками льноволокна, имеющими дискретный характер, использовался статический аппарат регрессионного анализа, который позволил выявить наличие статистических взаимосвязей и количественно оценить их величину. Дискретный характер цветовых характеристик связан с ограниченным количеством эталонов, используемых для сравнения, а получаемые с помощью регрессионного анализа промежуточные (не целые) значения группы цвета соответствуют промежуточным значениям массовой доли инкрустирующих веществ.

Согласно действующим нормативным документам для длинного трепаного льноволокна, чесаного льноволокна и льняного очеса производится определение их цветовых характеристик путем визуального сравнения фиксированного количества проб со стандартными эталонами. Для определения цветовых характеристик длинного трепаного льноволокна [1] отбирается 30 проб, которые сравниваются с цветовыми эталонами, относящимися к 6 различным группам цвета. Результаты сравнения усредняются и округляются до целого числа. Каждая группа цвета соответствует определенному процентному содержанию лигнина (табл. 1).

На рисунке 1 а приведено распределение номеров длинного трепаного льноволокна, поступавшего на РУПТП «Оршанский льнокомбинат» в 2014–2015 годах (урожая 2013–2014 годов). Как видно из рисунка, распределение номеров неравномерно и наблюдается значительное преобладание 11 и 12 номеров. На рисунке 1 б приведено распределение групп цвета, к которым относились отдельные пробы длинного трепаного льноволокна.

На рисунке 1 в приведено совместное распределение номеров длинного трепаного льноволокна и групп цвета отдельных проб волокна. Для нивелирования влияния разного количества протоколов лабораторного исследования различных номеров трепаного льноволокна случай-

ным образом было отобрано одинаковое количество протоколов номеров с 9 по 13.

По данным, приведенным на рисунке 1 в, был проведен регрессионный анализ, на рисунке приведена линия регрессии и 95 % доверительные области для линии регрессии и для отдельных значений. Диаметры окружностей на рисунке 1 в пропорциональны количеству экспериментальных значений, попадающих в ее центр. Регрессионная модель зависимости номера длинного трепаного льноволокна от значения группы цвета следующая:

$$N_{ТЛ} = 7,759 + 1,099 \cdot C_{ТЛ} \quad (1)$$

где $N_{ТЛ}$ – номер длинного трепаного льноволокна; $C_{ТЛ}$ – группа цвета длинного трепаного льноволокна.

Коэффициент детерминации регрессионной модели (1) составляет $R^2 = 0,625$ (p -value $< 2 \times 10^{-16}$), что говорит о том, что отдельные значения группы цвета оказывают статистически значимое влияние на значение номера длинного трепаного льноволокна. При этом в среднем 62,5 % изменений номера волокна объясняется изменением значений группы цвета отдельных проб. При увеличении значения группы цвета на 1 среднее значение номера длинного трепаного льноволокна увеличивается на 1,099.

В таблице 2 приведены численные значения для прогноза среднего значения номера длинного трепаного льноволокна и 95 % доверительные интервалы для отдельных значений. Так, согласно таблице 2, если отдельные пробы длинного трепаного льноволокна отнесены к 3 группе цвета, то с вероятностью 95 % номер волокна будет находиться в интервале от 9,35 до 12,76.

Цветовые характеристики чесаного льноволокна [2] определяются по результатам исследования 30 проб, которые сравниваются с цветовыми эталонами, относящимися к 13 различным

Таблица 1 – Соответствие группы цвета трепаного льноволокна содержанию лигнина

Группа цвета	1	2	3	4	5	6
Лигнин, %	от 3,75 до 4,50	от 3,25 до 3,75	от 2,50 до 3,25	от 2,00 до 2,50	от 1,50 до 2,00	до 1,50

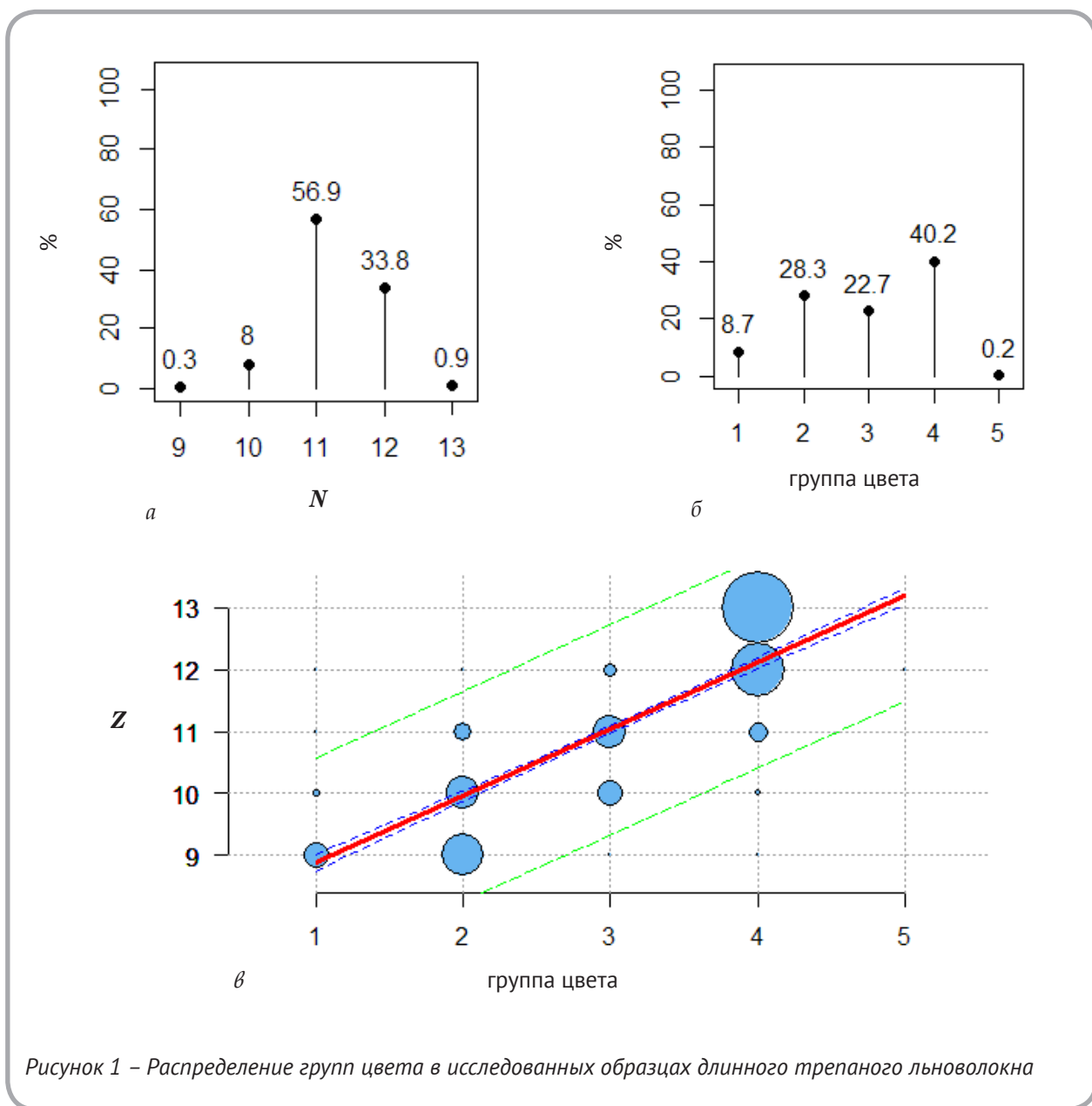


Рисунок 1 – Распределение групп цвета в исследованных образцах длинного трепаного льноволокна

Таблица 2 – Прогноз номера трепаного льноволокна согласно модели (1)

Группа цвета	Прогнозное значение номера	95 % Доверительный интервал	
		Нижняя граница	Верхняя граница
1	8,86	7,15	10,57
2	9,96	8,25	11,66
3	11,06	9,35	12,76
4	12,16	10,45	13,86
5	13,26	11,55	14,96

группам цвета. Результаты сравнения усредняются и округляются до целого числа. Каждая группа цвета соответствует определенному процентному содержанию массовой доли инкрустирующих веществ (табл. 3).

В таблице 3 приведены значения только для тех групп цвета чесаного льноволокна, которые были зафиксированы при проведении настоящего исследования.

Таблица 3 – Соответствие группы цвета чесаного льноволокна массовой доли инкрустирующих веществ

Группа цвета	5	6	7	8	9
Массовая доля инкрустирующих веществ, %	3,50	3,25	3,00	2,75	2,50

На рисунке 2 а приведено распределение номеров чесаного льноволокна, исследованного в результате текущего производственного контроля в 2014–2015 годах в технологической лаборатории РУПТП «Оршанский льнокомбинат». Как видно из рисунка, распределение номеров неравномерно. Так, например, доля протоколов лабораторного исследования чесаного льноволокна с номером 14,8 составляет 42,9 % от всех протоколов. На рисунке 2 б приведено распределение групп цвета, к которым относились отдельные пробы чесаного льноволокна.

На рисунке 2 в приведено совместное распределение номеров чесаного льноволокна и групп цвета отдельных проб волокна. Для нивелирования влияния на результаты статистического анализа разного количества протоколов лабораторного исследования различных номеров чесаного льноволокна случайным образом было отобрано одинаковое количество протоколов номеров с 14,2 по 18,8.

По данным, приведенным на рисунке 2 в, был проведен регрессионный анализ, на рисунке приведены линия регрессии и 95 % доверительные области для линии регрессии и для отдельных значений. Регрессионная модель зависимости номера чесаного льноволокна от значения его группы цвета:

$$N_{чл} = 3.291 + 1.844 \cdot C_{чл} \quad (2)$$

где $N_{чл}$ – номер чесаного льноволокна; $C_{чл}$ –

группа цвета чесаного льноволокна.

Коэффициент детерминации регрессионной модели (2) составляет $R^2 = 0,708$ ($p\text{-value} < 2 \times 10^{-16}$), что говорит о том, что отдельные значения группы цвета оказывают статистически значимое влияние на значение номера чесаного льноволокна. При этом в среднем 70,8 % изменений номера волокна объясняется изменением значений группы цвета отдельных проб. При

увеличении значения группы цвета на 1 среднее значение номера чесаного льноволокна увеличивается на 1,844.

В таблице 4 приведены численные значения для прогноза среднего значения номера чесаного льноволокна и 95 % доверительные интервалы для отдельных значений. Так, согласно таблице 4, если отдельные пробы чесаного льноволокна отнесены к 7 группе цвета, то с вероятностью 95 % номер волокна будет находиться в интервале от 14,53 до 17,87.

Цветовые характеристики льняного очеса [3] определяются по результатам исследования 10 проб, которые сравниваются с цветовыми эталонами, относящимися к одной из 12 различных цветовых групп, градуированных непосредственно в процентном содержании массовой доли инкрустирующих примесей, от 1,5 до 4 с шагом 0,25. Результаты сравнения усредняются и округляются до ближайшего эталонного значения.

На рисунке 3 а приведено распределение номеров льняного очеса, исследованного в результате текущего производственного контроля в 2014–2015 годах, в технологической лаборатории РУПТП «Оршанский льнокомбинат». Как видно из рисунка, распределение номеров неравномерно. Так, например, доля протоколов лабораторного исследования льняного очеса с номером 4 составляет 48,8 % от всех протоколов, при этом доля 10 номера составляет 0,5 %. Так как цветовые эталоны для льняного очеса градуированы непосредственно в значении

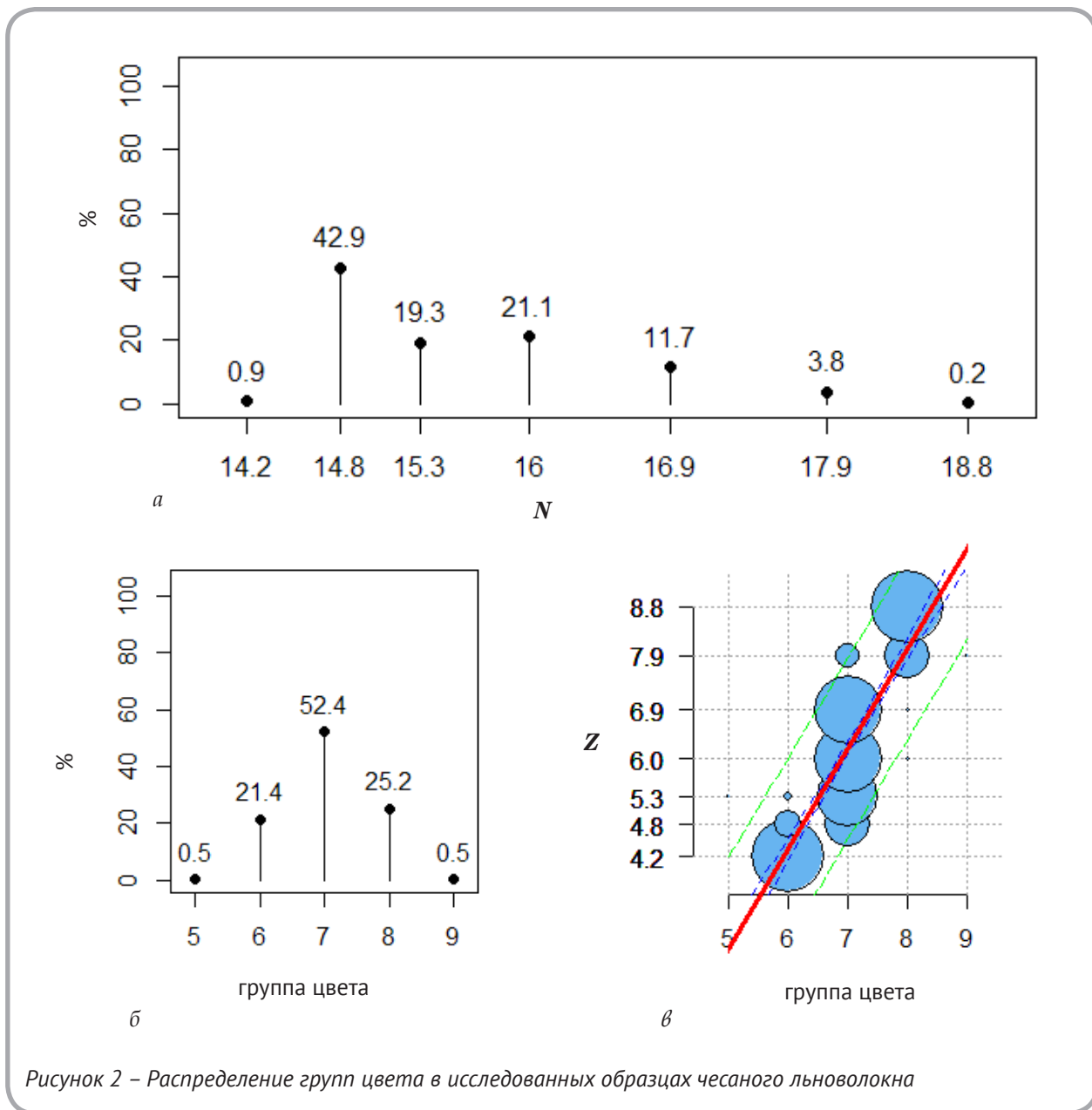


Рисунок 2 – Распределение групп цвета в исследованных образцах чесаного льноволокна

Таблица 4 – Прогноз номера чесаного льноволокна согласно модели (2)

Группа цвета	Прогнозное значение номера	95 % Доверительный интервал	
		Нижняя граница	Верхняя граница
5	12,51	10,81	14,21
6	14,36	12,68	16,03
7	16,20	14,53	17,87
8	18,05	16,37	19,72
9	19,89	18,19	21,59

ях массовой доли инкрустирующих веществ, то значения группы цвета для льняного очеса не используются. На рисунке 3 б приведено распределение массовых долей инкрустирующих веществ в отдельных пробах льняного очеса.

На рисунке 3 в приведено совместное распределение номеров льняного очеса и массовых долей инкрустирующих веществ отдельных проб волокна. Для нивелирования влияния разного количества протоколов лабораторного исследования различных номеров льняного очеса случайным образом было отобрано одинаковое количество протоколов номеров с 4 по 10.

По данным, приведенным на рисунке 3 в, был проведен регрессионный анализ, на рисунке приведены линия регрессии и 95 % доверительные области для линии регрессии и для отдельных значений. Регрессионная модель зависимости номера льняного очеса от массовой доли инкрустирующих веществ:

$$N_{оч} = 15.942 - 2.884 \cdot C_{оч}, \quad (3)$$

где $N_{оч}$ – номер льняного очеса; $C_{оч}$ – массовая доля инкрустирующих веществ в льняном очесе, %.

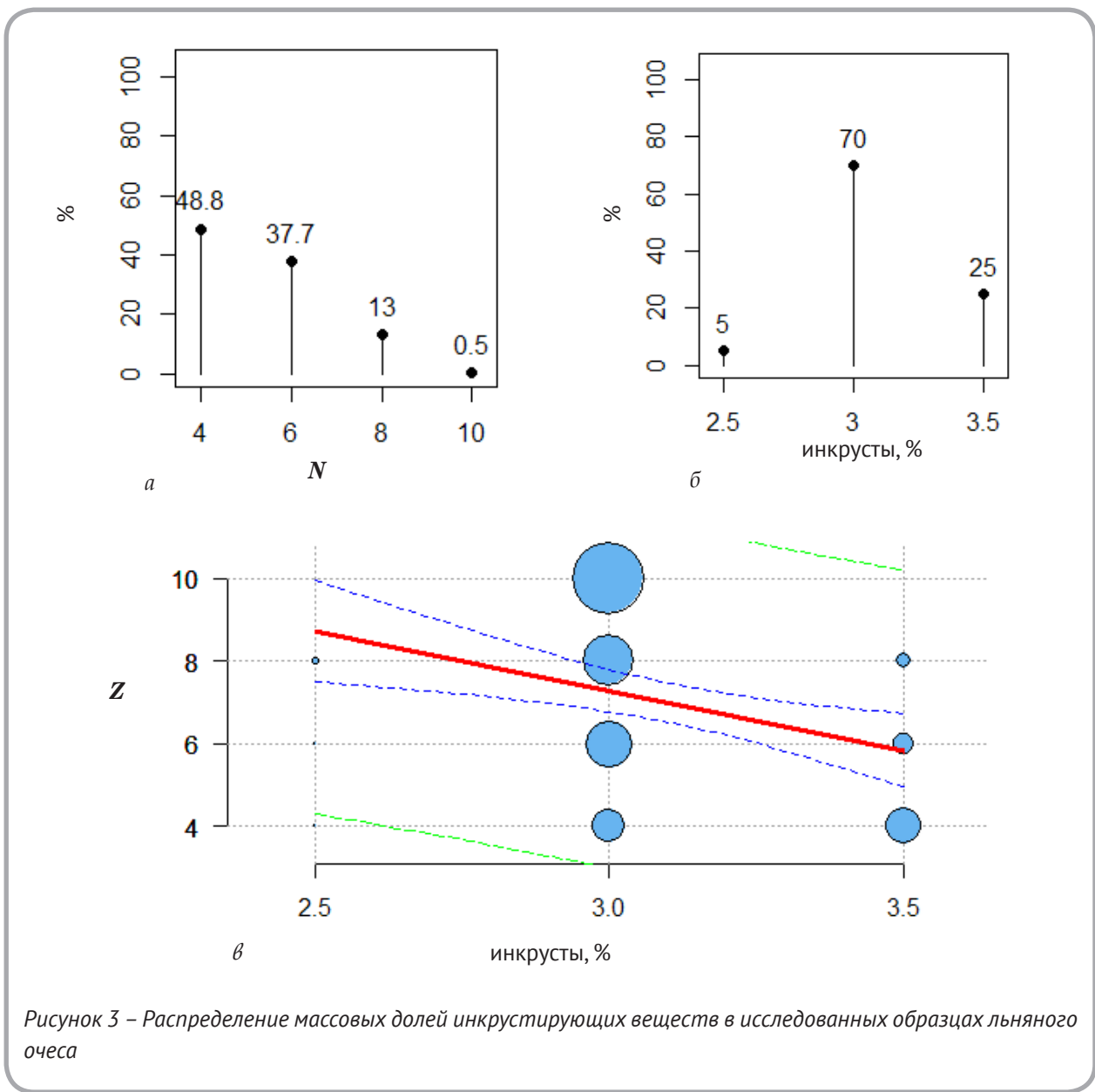


Рисунок 3 – Распределение массовых долей инкрустирующих веществ в исследованных образцах льняного очеса

Коэффициент детерминации регрессионной модели (3) составляет $R^2 = 0,108$ ($p\text{-value} < 2.894 \cdot 10^{-16}$), что говорит о том, что значения массовой доли инкрустирующих веществ в отдельных пробах оказывают слабое, но статистически значимое влияние на значение номера чесаного льноволокна. При этом в среднем только 10,8 % изменения номера волокна объясняется изменением значений массовой доли инкрустирующих веществ в отдельных пробах, что увеличивает доверительные интервалы прогнозирования модели (3). При увеличении массовой доли инкрустирующих веществ на 1 % среднее значение номера льняного очеса уменьшается на 2,884.

В таблице 5 приведены численные значения для прогноза среднего значения номера льняного очеса и 95 % доверительные интервалы для отдельных значений. Так, согласно таблице 5, если отдельные пробы чесаного льноволокна отнесены к массовой доле инкрустирующих веществ, равной 3,0 %, то с вероятностью 95 % номер волокна будет находиться в интервале от 3,00 до 11,58.

На рисунке 4 приведены совместные распределения отдельных и средних значений цветовых характеристик длинного трепаного льноволокна (а), чесаного льноволокна (б) и льняного очеса (в).

Для каждого типа волокна на рисунке 4 приведены линии регрессии и 95 % доверительные области для линий регрессии и для отдельных значений. Регрессионная зависимость среднего значения группы цвета длинного трепаного льноволокна от значений группы цвета отдельных проб:

$$C_{ТЛ}^{avg} = 1,248 + 0,582 \cdot C_{ТЛ}^{unit} \quad (4)$$

где $C_{ТЛ}^{avg}$ – среднее значение группы цвета длинного трепаного льноволокна; $C_{ТЛ}^{unit}$ – значение группы цвета длинного трепаного льноволокна для отдельной пробы.

Как видно из модели (4), при увеличении значения группы цвета для отдельной пробы на 1 среднее значение группы цвета длинного трепаного льноволокна увеличивается на 0,582. Коэффициент детерминации регрессионной модели (4) составляет: $R^2 = 0,459$ ($p\text{-value} < 2 \cdot 10^{-16}$).

Регрессионная зависимость среднего значения группы цвета чесаного льноволокна от отдельных значений группы цвета:

$$C_{ЧЛ}^{avg} = 0,073 + 0,992 \cdot C_{ЧЛ}^{unit} \quad (5)$$

где $C_{ЧЛ}^{avg}$ – среднее значение группы цвета чесаного льноволокна; $C_{ЧЛ}^{unit}$ – значение группы цвета чесаного льноволокна для отдельной пробы.

Как видно из модели (5), при увеличении значения группы цвета для отдельной пробы на 1 среднее значение группы цвета чесаного льноволокна увеличивается на 0,992, что говорит о большей равномерности цветовых характеристик чесаного льноволокна по сравнению с длинным трепаным льноволокном. Коэффициент детерминации регрессионной модели (5) $R^2 = 0,938$ ($p\text{-value} < 2 \cdot 10^{-16}$).

Регрессионная зависимость среднего значения массовой доли инкрустирующих примесей в льняном очесе от отдельных значений массовой доли инкрустирующих примесей:

$$C_{ОЛ}^{avg} = C_{ОЛ}^{unit} \quad (6)$$

Таблица 5 – Прогноз номера согласно модели (3)

Доля инкрустирующих веществ в льняном очесе, %	Прогнозное значение номера	95 % Доверительный интервал	
		Нижняя граница	Верхняя граница
2,5	8,73	4,30	13,16
3,0	7,29	3,00	11,58
3,5	5,85	1,50	10,19

где $C_{ол}^{avg}$ – среднее значение массовой доли инкрустирующих примесей в льняном очесе; $C_{ол}^{unit}$ – значение массовой доли инкрустирующих примесей в льняном очесе для отдельной пробы.

Как видно из модели (6), при увеличении значения массовой доли инкрустирующих примесей для отдельной пробы на 1 среднее значение массовой доли инкрустирующих примесей льняного очеса увеличивается на 1, что объясняется отсутствием вариативности среди проб льняного очеса. Коэффициент детерминации регрессионной модели (6) $R^2 = 1$ ($p\text{-value} < 2 \cdot 10^{-16}$).

Анализируя коэффициенты детерминации регрессионных моделей с (4)–(6) и их 95 % до-

верительные области для линий регрессии и для отдельных значений (рис. 4), можно сделать следующие выводы:

- в длинном трепаном льноволокне присутствует высокая вариативность цветовых характеристик отдельных проб волокна одного и того же номера;
- в процессе чесания цветовые характеристики льноволокна становятся более равномерными;
- цветовые характеристики льняного очеса в пробах одного и того же прочеса неразличимы.

Для исследования изменения цветовых характеристик льноволокна в процессе чесания в

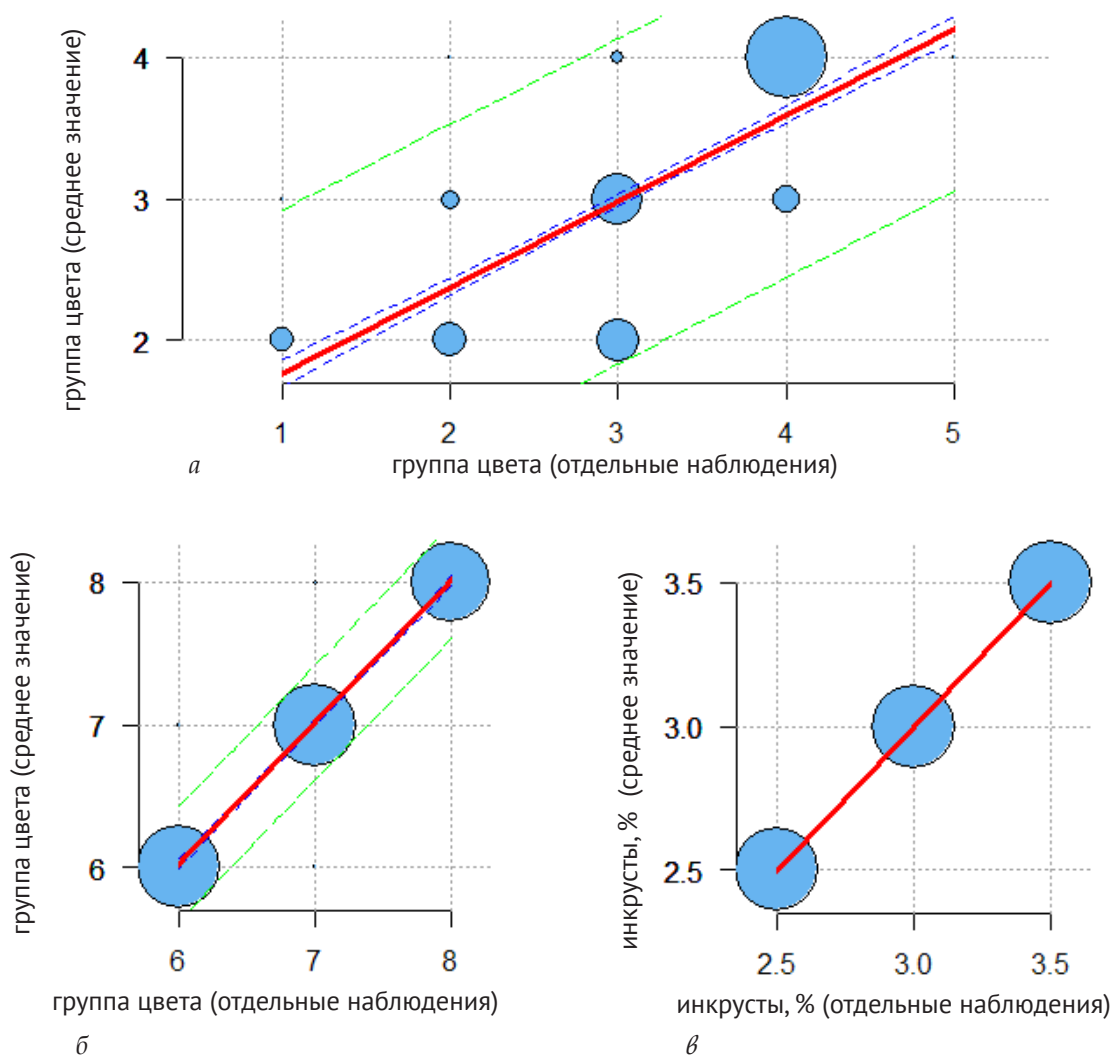


Рисунок 4 – Совместные распределения отдельных и средних значений цветовых характеристик: а – длинного трепаного льноволокна; б – чесаного льноволокна; в – льняного очеса

производственных условиях РУПТП «Оршанский льнокомбинат» была проведена серия контрольных прочесов (рисунок 5).

На рисунке 5 а представлено совместное распределение цветовых характеристик длинного трепаного и чесаного льноволокна. Регрессионная модель зависимости среднего значения группы цвета чесаного льноволокна от среднего значения группы цвета длинного трепаного льноволокна.

$$C_{чл} = 6,574 + 0,067 \cdot C_{тл} \quad (7)$$

Как видно из модели (7), при увеличении среднего значения группы цвета длинного трепаного льноволокна на 1 среднее значение группы цвета чесаного льноволокна увеличивается на 0,067. Коэффициент детерминации регрессионной модели (8) составляет $R^2 = 0,0141$ ($p\text{-value} < 3,85 \cdot 10^{-6}$), то есть только 1,41 % изменения цветовых характеристик чесаного льноволокна объясняется изменением цветовых характеристик трепаного льноволокна. Результаты прогнозирования цвета чесаного льноволокна с помощью модели (7) представлены в таблице 6.

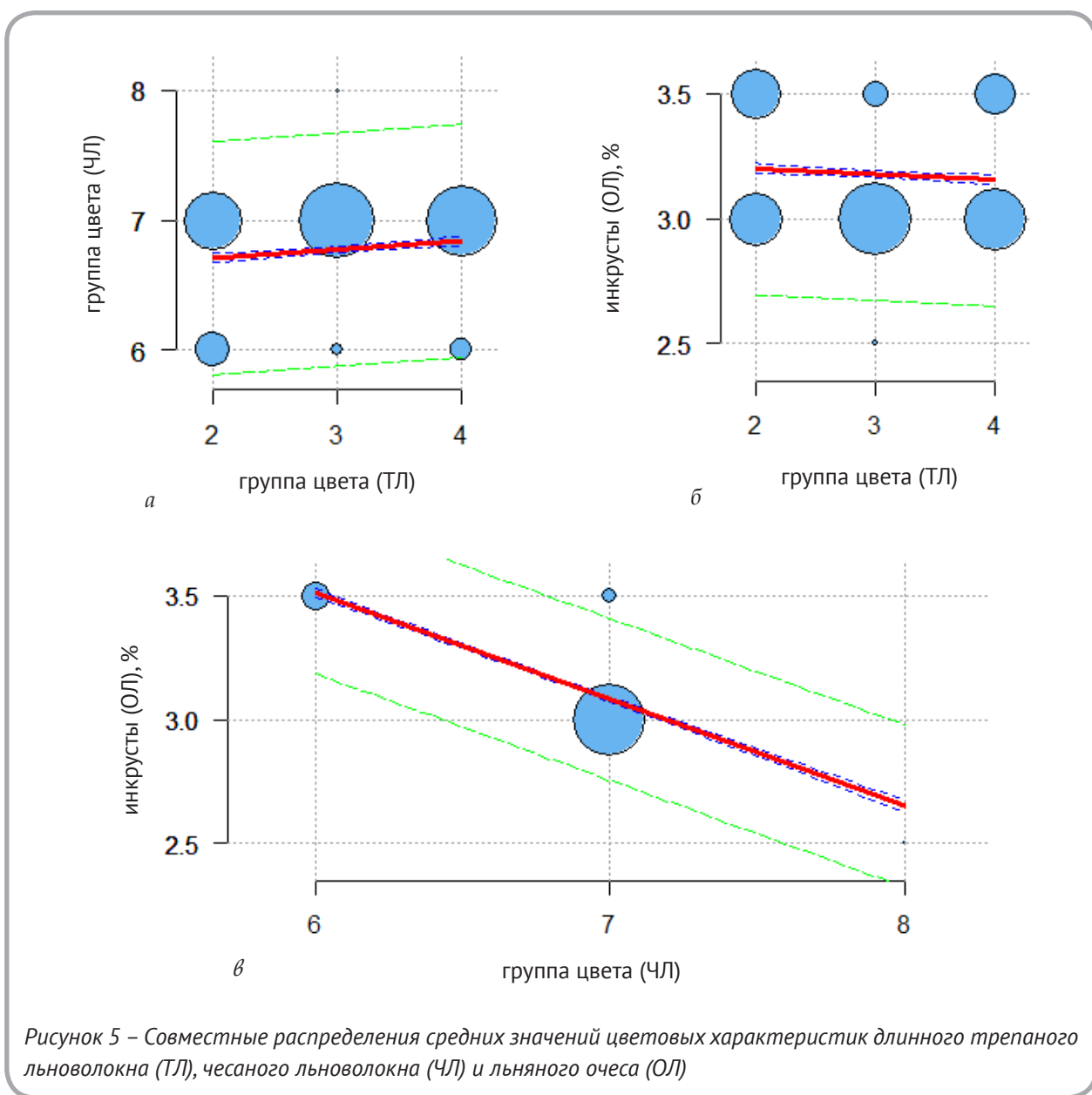


Рисунок 5 – Совместные распределения средних значений цветовых характеристик длинного трепаного льноволокна (ТЛ), чесаного льноволокна (ЧЛ) и льняного очеса (ОЛ)

На рисунке 5 б представлено совместное распределение цветовых характеристик длинного трепаного льноволокна и льняного очеса. Регрессионная модель зависимости среднего значения массовой доли инкрустирующих веществ в льняном очесе от среднего значения группы цвета длинного трепаного льноволокна.

$$L_{ол} = 3,245 - 0,023 \cdot C_{тл}. \quad (8)$$

Как видно из модели (8), при увеличении среднего значения группы цвета длинного трепаного льноволокна на 1 среднее значение массовой доли инкрустирующих веществ в льняном очесе уменьшается на 0,023 %. Коэффициент детерминации регрессионной модели (8) составляет: $R^2 = 0,00506$ ($p\text{-value} < 5,847 \cdot 10^{-3}$), то есть только 0,506 % изменения цветовых характеристик льняного очеса объясняется изменением цветовых характеристик трепаного льноволокна. Результаты прогнозирования массовой доли инкрустирующих веществ в льняном очесе с помощью модели (8) представлены в таблице 7.

На рисунке 5 в представлено совместное распределение цветовых характеристик чесаного льноволокна и льняного очеса. Регрессионная модель зависимости среднего значения массовой доли инкрустирующих веществ в льняном очесе от среднего значения группы цвета чесаного льноволокна.

$$L_{ол} = 6,091 + 0,429 \cdot C_{чл}. \quad (9)$$

Как видно из модели (9), при увеличении среднего значения группы цвета чесаного льноволокна на 1 среднее значение массовой доли инкрустирующих веществ в льняном очесе уменьшается на 0,429. Коэффициент детерминации регрессионной модели (9) составляет: $R^2 = 0,586$ ($p\text{-value} < 2,2 \cdot 10^{-16}$), то есть 58,6 % изменения цветовых характеристик льняного очеса объясняется изменением цветовых характеристик чесаного льноволокна. Между цветовыми характеристиками льняного очеса и чесаного льноволокна существует сильная, статистически значимая, отрицательная корреляционная связь, $r = -0,765$ ($p\text{-value} < 2,2 \cdot 10^{-16}$). Результаты

прогнозирования массовой доли инкрустирующих веществ в льняном очесе с помощью модели (9) представлены в таблице 8.

Анализируя рисунок 5, модели (7)–(9), таблицы 6–8, можно сделать вывод, что цвет длинного трепаного льноволокна оказывает слабое влияние на цветовые характеристики чесаного льноволокна и льняного очеса. Это может объясняться тем, что на цветовые характеристики трепаного льноволокна сильное влияние оказывают инкрустирующие вещества, которые удаляются в процессе чесания льноволокна. При этом цветовые характеристики чесаного льноволокна и льняного очеса, полученные в результате чесания одного и того же длинного трепаного льноволокна, имеют тесную взаимосвязь. Также в результате чесания повышается равномерность цветовых характеристик льноволокна (рисунок 4, модели (4)–(6)).

ВЫВОДЫ

1. В рамках проведенного исследования было изучено изменение цветовых характеристик льноволокна урожая 2013–2014 годов в процессе чесания и их влияние на прядильную способность.
2. По результатам исследования льноволокна получены статистические модели, позволяющие прогнозировать прядильную способность длинного трепаного, чесаного льноволокна и льняного очеса на основе их цветовых характеристик.
3. Разработаны статистически значимые модели, описывающие взаимосвязь между цветовыми характеристиками длинного трепаного, чесаного льноволокна и льняного очеса.
4. Разработанные статистические модели могут быть использованы при анализе свойств льняного волокна.

Таблица 6 – Прогноз среднего значения группы цвета чесаного льноволокна согласно модели (7)

Группа цвета трепаного льноволокна	Прогнозное значение группы цвета чесаного льноволокна	95 % доверительный интервал прогноза	
		Нижняя граница	Верхняя граница
2	6,71	5,81	7,61
3	6,78	5,88	7,67
4	6,84	5,95	7,74

Таблица 7 – Прогноз массовой доли инкрустирующих веществ в льняном очесе согласно модели (8)

Группа цвета трепаного льноволокна	Прогнозное значение массовой доли инкрустирующих веществ в льняном очесе	95 % доверительный интервал прогноза	
		Нижняя граница	Верхняя граница
2	3,20	2,69	3,71
3	3,18	2,67	3,68
4	3,16	2,65	3,66

Таблица 8 – Прогноз среднего значения группы цвета чесаного льноволокна согласно модели (9)

Группа цвета чесаного льноволокна	Прогнозное значение массовой доли инкрустирующих веществ в льняном очесе	95 % доверительный интервал прогноза	
		Нижняя граница	Верхняя граница
6	3,51	3,19	3,84
7	3,08	2,76	3,41
8	2,65	2,32	2,98

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СТБ 1195–2008. *Волокно льняное трепаное длинное*, Введ. 2008-04-30, Минск, Госстандарт Республики Беларусь, 2008, 30 с.
2. СТБ 2064–2010. *Лен чесаный. Технические условия*, Введ. 2010-05-20, Минск, Госстандарт Республики Беларусь, 2010, 20 с.

REFERENCES

1. STB 1195–2008. *Flax fiber scotched long*. Introduced 2008-04-30, Minsk, State Standard of the Republic of Belarus, 2008, 30 p.
2. STB 2064–2010. *Combed flax. Technical conditions*. Introduced. 2010-05-20, Minsk, State Standard of the Republic of Belarus, 2010, 20 p.

3. ТУ РБ 00311852.067–97. *Очес льняной*, Введ. 2013-02-22, Минск, Госстандарт Республики Беларусь 2012, 29 с.
4. Дягилев, А.С., Бизюк, А.Н., Коган, А.Г. (2015), Производственный контроль качества длинного трепаного льноволокна, *Известия вузов. Технология легкой промышленности*, 2015, № 2, С. 59.
5. Дягилев, А.С., Бизюк, А.Н., Коган, А.Г. (2014), Исследование качественных характеристик белорусского длинного трепаного льноволокна урожая 2013 года, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2014, № 27, С. 31.
6. Дягилев, А.С., Бизюк, А.Н., Коган, А.Г. (2015), Оценка прядильной способности длинного трепаного льноволокна, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2015, № 28, С. 61.
7. R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>
3. TU RB 00311852.067-97. *Linen waste*. Introduced. 02.22.2013, Minsk, State Standard of the Republic of Belarus, 2012, 29 p.
4. Dyagilev, A.S., Biziuk, A.N., Kogan A.G. (2015), Production quality control of long scutched flax [Proizvodstvennyj kontrol' kachestva dlinnogo trepanogo l'novolokna], *The News of higher educational institutions. Technology of Light Industry*, 2015, № 2, p. 59.
5. Dyagilev, A.S., Biziuk, A.N., Kogan A.G. (2014), Investigation of belarussian long scutched flax fiber quality characteristics of 2013-th year crop [Issledovanie kachestvennyh arakteristik belorusskogo dlinnogo trepanogo l'novolokna urozhaja 2013 goda], *Vestnik of Vitebsk State Technological University*, 2014, № 27, p. 31.
6. Dyagilev, A.S., Biziuk, A.N., Kogan A.G. (2015), Evaluation of long scutched flax spinning ability [Ocenka prjadil'noj sposobnosti dlinnogo trepanogo l'novolokna], *Vestnik of Vitebsk State Technological University*, 2015, № 28, p. 61.
7. R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>

Статья поступила в редакцию 31. 08. 2015 г.