

УДК 627.8.059 (581.1)

UDC 627.8.059 (581.1)

**ИЗУЧЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ
ПРОРАСТАЮЩИХ СТЕБЛЕЙ ТРОСТНИКА
ЮЖНОГО**

**THE STUDY OF RIGIDITY OF SPROUTING
STALKS OF PHRAGMITES AUSTRALIS**

Кирсанов Алексей Александрович
соискатель, лаборант
*Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*

Kirsanov Alexey Aleksendrovich
postgraduate student, laboratory assistant
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В статье проанализированы особенности развития тростника южного “*phragmites australis*”. Изучено воздействие его на укрывные материалы. Проведены лабораторные опыты. Определены величины давления при прорастании тростника южного

The peculiarities of development of “*phragmites australis*” are analyzed at this article. The reed effect on the covering materials is investigated. The laboratory experiments are executed. The sizes of pressure, with characteristic of the generation period, are determined

Ключевые слова: ВОДОХРАНИЛИЩА, ТРОСТНИК ЮЖНЫЙ, ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА, ДАВЛЕНИЕ ПРИ ПРОРАСТАНИИ

Keywords: RESERVOIR, PHRAGMITES AUSTRALIS, LABORATORY EXPERIMENTS, STATISTICAL TREATMENT, PRESSURE AT GERMINATION

Стебли тростника южного развиваясь и прорастая через каменную наброску, температурно-осадочные швы нарушают целостность гидротехнических сооружений. При использовании укрывных материалов, для снижения интенсивности развития растительности, необходимо изучить воздействие прорастающих стеблей на материал, определить силу давления и биологические особенности в период блокировки его развития, так как его стебли наиболее опасны для сооружений находящихся в зоне риска.

Эксперимент поставлен в весенний период, во время выхода из грунта (конец марта, начало апреля (на территории Краснодарского края)) стеблей тростника южного (рис. 1).



Рисунок 1- выход из грунта стеблей тростника южного

Ранее определены характеристики растений произрастающих в ложе водохранилища [1], однако момент выхода из грунта и прочностные показатели стеблей требуют дальнейшего изучения. При укрытии определенных зон стебли воздействуют на геотекстиль, тем самым стремясь его приподнять и проткнуть.

В ложе Шапсугского водохранилища оборудована специальная опытная площадка для изучения особенностей развития тростника южного под плоскостью геосинтетического материала. Плотность стеблей на площадке составила 90-120шт/м². Подготовка к опыту заключалась в скашивании, очистке поверхности и планировке ее песком. На опытную площадку укладывались заготовленные элементы прозрачного стекла и на них размещались грузы весом 1,2,3,5 и 10кг (рис. 2). Также помимо грузов на стекло укладывался слой грунта величиной 2; 5; 8см.



Рисунок 2 - опытная площадка. Грузы, уложенные на элементы прозрачного стекла

Грузы имитируют пригрузку грунтом заданных величин. Через прозрачное стекло наблюдается естественная динамика развития стеблей тростника южного, а также определяется их плотность. Для оценки развития стеблей при отсутствии УФ излучения дополнительно поставлено две серии опытов с пленкой черного цвета, расположенной под стеклом.

Спустя две недели под прозрачным стеклом отчетливо прослеживается развитие стеблей тростника южного, стебли, встретив преграду, стараются ее обойти, прорастая на расстояние до 5см в горизонтальном направлении. Также при невозможности дальнейшего развития происходит сминание и естественное угнетение. На рисунке 3 показан характерный случай, верхний стебель развивается в горизонтальном направлении, а центральный смялся о стекло и дальше происходит его деградация. На элементах стекла с уложенной черной пленкой и пригрузкой грунтом развитие стеблей в горизонтальном направлении не наблюдается, происходит деградация пробивающихся проростков.



Рисунок 3- стебли тростника южного

Спустя полтора месяца наблюдается следующие зависимости:

- на участках с прозрачным стеклом тростник южный вне зависимости от величины пригрузки, имеет свойство прорасти в горизонтальном направлении и далее изгибаясь о кромку стекла, он развивается уже в вертикальном положении. Однако расстояние на котором может развиваться составляет до 10 см. Если прорастающий стебель находится на расстоянии, превышающем 10 сантиметров от кромки, то происходит его деградация и угнетение. Стебли становятся безжизненными и покрываются белой плесенью – происходит разрушение растения (рис. 4).

- делянки, покрытые пленкой черного цвета подвержены прорастанию, но в меньшей степени – стебли развиваются в горизонтальном направлении на расстоянии 3-4см и далее прорастают на открытых участках. Ростки, находящиеся от кромки более чем на 4см деградируют, и наблюдается ситуация, аналогичная в варианте уложенного стекла без пленки, стебли увядают и происходит последовательное разрушение его структуры.

-на участках где стекло пригружено грунтом тростник развивается только возле кромки стекла. Стебли под стеклом деградируют и в дальнейшем не развиваются. В слое грунта расположенного над стеклом также не наблюдается развития тростника южного, лишь немногочисленное произрастание трав.



Рисунок 4 - угнетение и деградация тростника южного

Исследование развития тростника южного показало, что для предотвращения роста необходимо блокировать поступление ультрафиолетовых лучей, как одного из важнейших факторов формирования растительности. Тростник южный при своем развитии стремится приподнять стеклянные элементы или выйти за их границы. Под стеклом с пленкой черного цвета или нагруженным грунтом не наблюдается развития тростника южного, только возле кромки, что позволяет говорить о необходимости углубления краев материала в грунт. Процессы разложения корневищ естественны для водоемов такого типа, они угнетаются в местах с уровнем воды более 0,5 м, таким же образом угнетение идет под укрывными материалами на периодически затопливаемой территории.

Геосинтетический материал укладывается на очищенную поверхность, однако за временной отрезок между покосом влаголюбивой растительности и проведением работ по укладке данного материала, при неблагоприятных условиях может произойти новое развитие этих растений. При укладке геосинтетического полотна эти стебли будут воздействовать с определенной силой на него. Эту силу примем за величину сминания стебля, при которой произойдет его деградация.

Отбор прорастающих стеблей осуществлен в начале апреля в период наибольшей интенсивности развития данных растений, когда стебли находятся на этапе выхода из грунта. Для изучения сминания мы выделили 3 граничных значения высоты стебля, они составили 4, 7 и 10 см. Стебли срезали у самой кромки грунта. Статистическая оценка требует большого количества проведения опытов, поэтому мы расширили показатели граничных значений до $\pm 0,5$ см от величины длины стебля ($4 \pm 0,5$ см и т.д.). Далее в ложе были срезаны стебли подходящие к каждому фиксированному значению. После чего все стебли дополнительно обмерялись и их формировали в ту или иную группу. Для проведения статистической оценки в итоге отобрано по 100 шт. для каждого граничного значения (рис. 5).



Рисунок 5- стебли тростника южного $l_1=4 \pm 0,5$ см; $l_2=7 \pm 0,5$ см; $l_3=10 \pm 0,5$ см;

Сминание стеблей фиксировалось на электронных весах, с точностью измерений до сотых. Следующим этапом была первичная обработка данных и запись результатов наблюдений в таблицу.

Задача данных исследований определить границы сминания и обработать данные, получив достоверные величины, обеспечив единство измерений, с помощью существующих методик статистической обработки. Единство измерений – состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью [2]. Классическое определение вероятности [3] основано на понятии равновероятности всех возможных исходов данного испытания.

$$P(X) = \frac{m}{n}, \quad (1)$$

Вероятность события X есть отношение числа m – благоприятствующих этому событию исходов к общему числу n всех возможных элементарных несовместимых и равновозможных исходов испытания.

Случайные величины и их вероятности можно изучать статистическим методом, проводя для этой цели большое число наблюдений для определения законов распределения. Однако, для всех возможных практических случаев такое опытное определение невыполнимо. Поэтому, потребовалось теоретическим путем найти функции распределения, которые можно ожидать для тех или иных типов случайных величин [4]. Плотность нормального распределения для любой случайной величины описывается уравнением 2.

$$y = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2s^2}}, \quad (2)$$

где x – значение случайной величины для которой определяется y ;

e – основание натуральных логарифмов, $e=2.7183$;

$a=M(x)$ и s – параметры нормального распределения, соответственно математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение.

Нормальное распределение с произвольными параметрами $a=M(x)$ и s называют общим. Нормальное распределение с произвольными параметрами $a=M(x)=0$ и $s=1$ называют нормированным [5].

Математическое ожидание – это такое значение вокруг которого группируются результаты отдельных наблюдений [4]. Математическим ожиданием дискретной случайной величины называется сумма произведений всех ее значений на соответствующие им вероятности [6]. Математическое ожидание случайной величины X определяется равенством.

$$M(X) = x_1 p_1 + x_2 p_2 + \dots + x_n p_n = \sum_{i=1}^n x_i p_i, \quad (3)$$

В большинстве случаев только математическое ожидание не может в достаточной степени охарактеризовать случайную величину [6]. По математическому ожиданию нельзя судить, какие отклонения от него, хотя бы в среднем возможны. Однако, возможность дать оценку рассеяния имеет важное значение. Наиболее распространенной мерой рассеивания является «дисперсия» и непосредственно получаемое из нее «среднее квадратическое отклонение».

Дисперсией случайной величины называется математическое ожидание квадрата отклонения ее от математического ожидания, т.е.

$$D(X) = M(X - M(X))^2 = \sum_{i=1}^n P(x_i)(x_i - M(X))^2, \quad (4)$$

Средним квадратическим отклонением $s(x)$ случайной величины X называется арифметическое значение корня квадратного из ее дисперсии [6], т.е.

$$s(X) = \sqrt{D(X)}, \quad (5)$$

Среднее квадратическое отклонение характеризует степень отклонения случайной величины от ее математического ожидания и имеет размерность значений случайной величины [6].

Для проведения статистической оценки параметров сминания стеблей тростника южного апробирован следующий ход работы:

1. Отбор стеблей необходимой длины, поле чего заполняется таблица наблюдений.

2. Выполняется визуальный контроль результатов наблюдений на наличие промахов. Результаты-промахи исключаются.

3. Выполняется статистическая обработка наблюдений. Полученные значения объединяются в группы по вариантам. Определяется частота вариантов.

4. Результаты обработки значений отклонений оформляются в виде статистического ряда распределения значений отклонений. Назначается ряд интервалов отклонений, охватывающий весь спектр их возможных значений. Величина интервалов принимается равной цене деления средства измерений. Для последующей числовой обработки принимаются не действительные значения отклонений, а середины интервалов, в которые попали соответствующие значения отклонений. Определяется статистическая вероятность (частость) отклонений для каждого интервала по формуле (1).

5. Определяются статистические параметры случайной величины Р-отклонение величины сминания стебля от математического ожидания: среднее арифметическое значение, математическое ожидание $M(P)$, дисперсия $D(P)$, среднее квадратическое отклонение $s(p)$ по формулам (3), (4), (5), соответственно.

6. Строится график интегральной функции распределения $F(P)$ непрерывной случайной величины P . Построен график для стеблей $l_1=4\pm 0,5$ см (рисунок 6), аналогичные графики и для последующих длин.

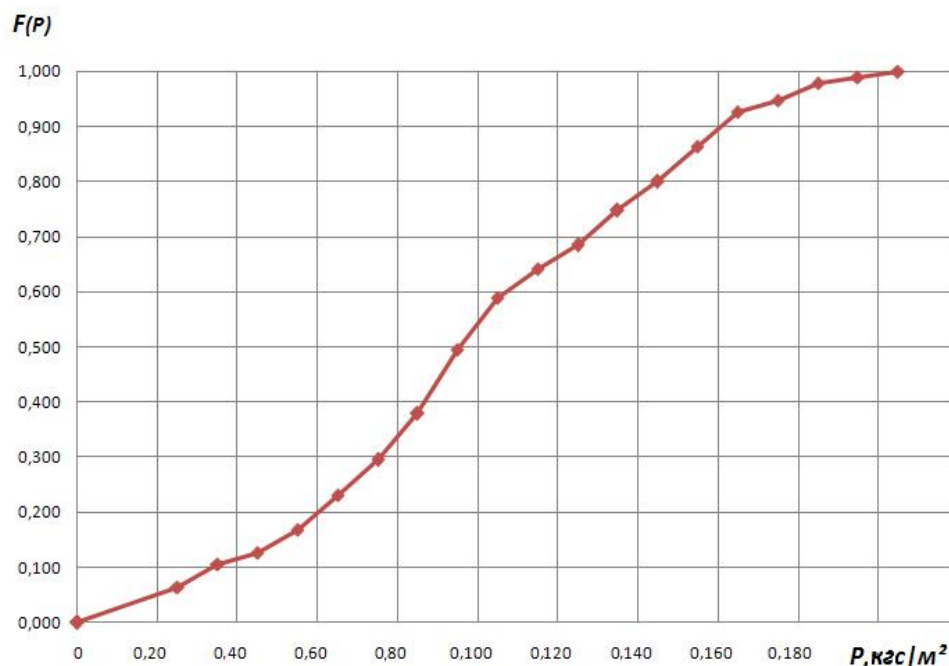


Рисунок 6 - График интегральной функции распределения отклонений сминания стебля $l_1=4\pm 0,5$ см от математического ожидания, как непрерывной случайной величины

7. Выполняется расчет значений дифференциальной функции распределения $\varphi(p)$ непрерывной случайной величины P .

8. Строится график дифференциальной функции распределения $\varphi(p)$ непрерывной случайной величины P .

9. С использованием параметров распределения, полученным по данным эксперимента (наблюдений) $M(P)$, $s(p)$, рассчитываются значения дифференциальной функции распределения отклонений по закону (уравнению) нормального распределения (по зависимости 2).

10. Совмещается график дифференциальной функции распределения отклонений, построенный по результатам наблюдений и график этой функции, построенный по уравнению нормального распределения.

Построен график для стеблей $l_1=4\pm 0,5\text{см}$ (рисунок 7), аналогично построены графики для последующих значений величины l (рисунок 8, 9).

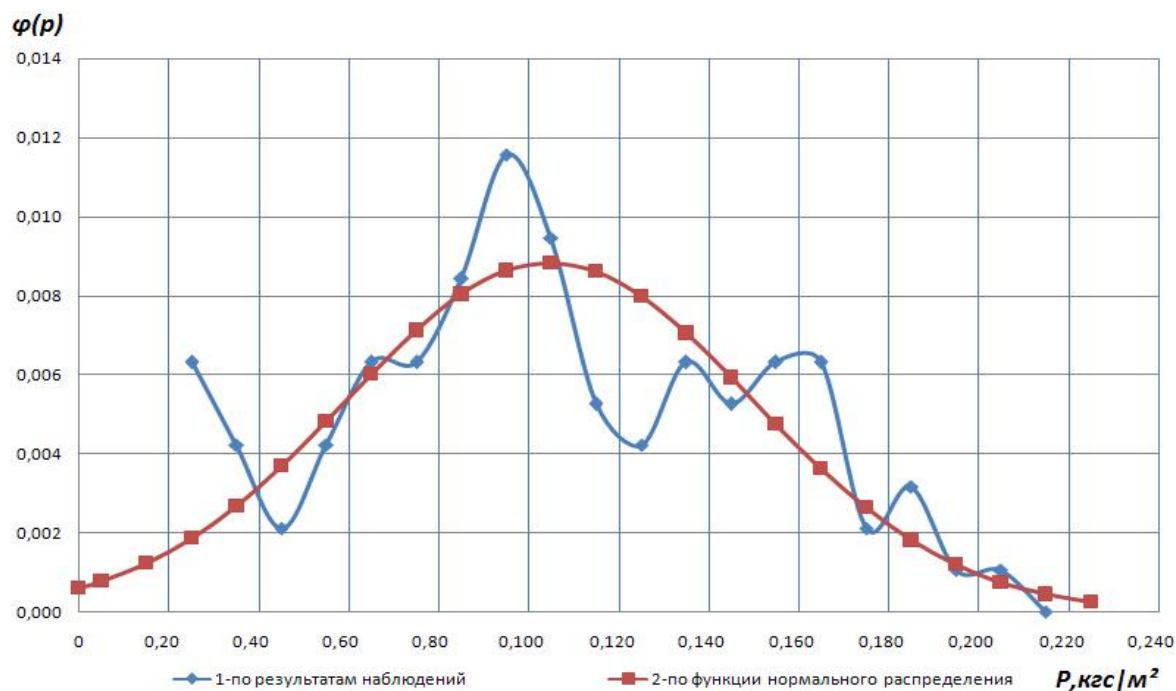


Рисунок 7- графики дифференциальной функции распределения сминания стеблей $l_1=4\pm 0,5\text{см}$ (1 - по результатам наблюдений, 2 – по функции нормального распределения)

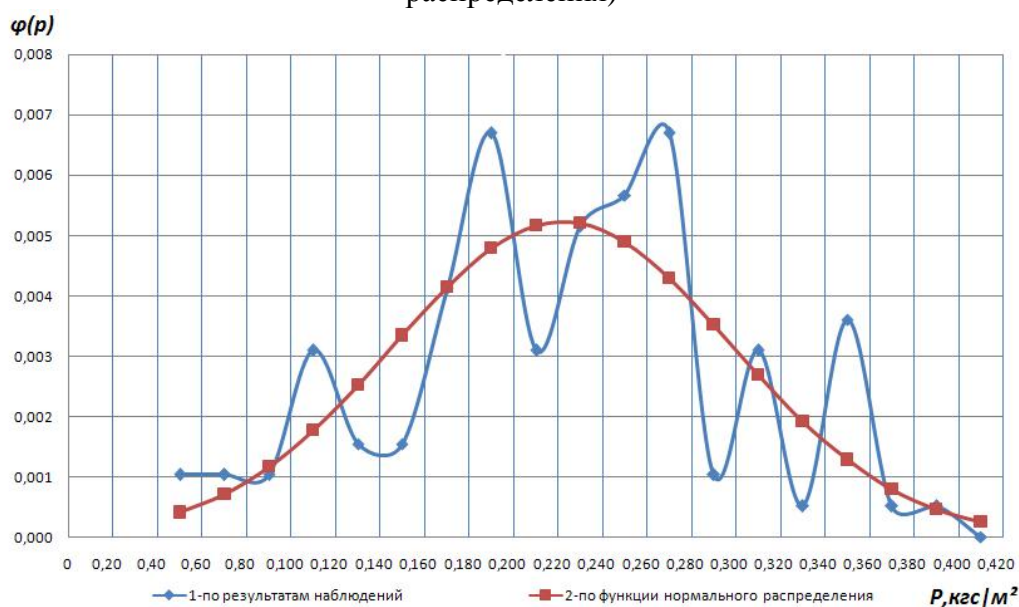


Рисунок 8 - графики дифференциальной функции распределения сминания стеблей $l_2=7\pm 0,5\text{см}$ (1 - по результатам наблюдений, 2 – по функции нормального распределения)

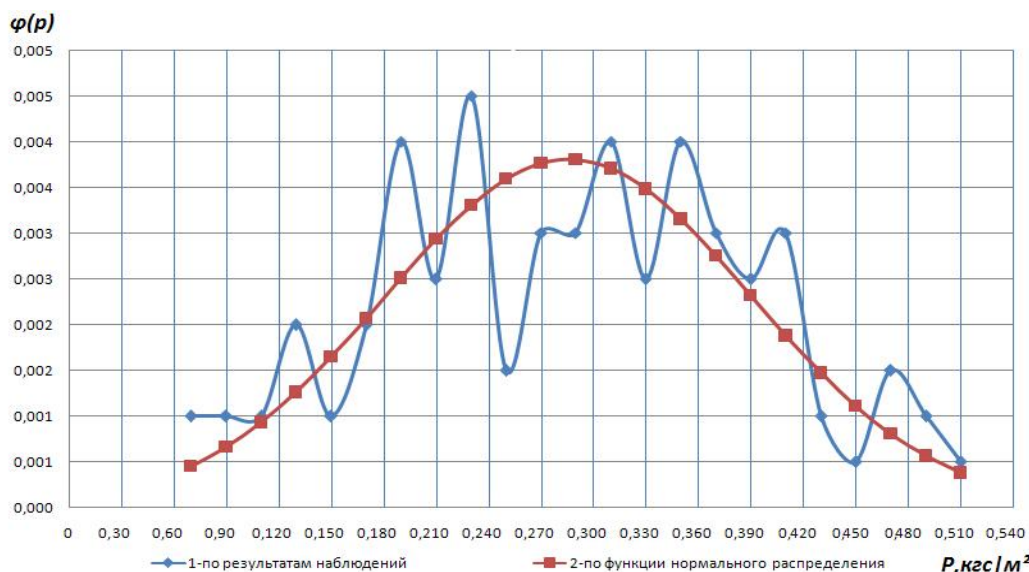


Рисунок 9 - Графики дифференциальной функции распределения сминания стеблей $l_3=10\pm 0,5$ см (1 - по результатам наблюдений, 2 – по функции нормального распределения)

Соответственно графикам получены формулы (6 - 8) функции нормального распределения для переменной величины l .

$$\text{Для } l_1 \quad f(P) = \frac{1}{45,15\sqrt{2p}} 2,7183 \frac{(p_i - 104,68)^2}{2 \times 45,15^2} \quad (6)$$

$$\text{Для } l_2 \quad f(P) = \frac{1}{76,23\sqrt{2p}} 2,7183 \frac{(p_i - 222,17)^2}{2 \times 76,23^2} \quad (7)$$

$$\text{Для } l_3 \quad f(P) = \frac{1}{104,67\sqrt{2p}} 2,7183 \frac{(p_i - 285,60)^2}{2 \times 104,67^2} \quad (8)$$

Максимально вероятное значение сминания стеблей находится в вершине графика функции нормального распределения, так для $l_{1,2,3}$ значения составляют:

$$P_{\text{макс.вероятное } 1} \approx 0,105 \text{ кгс/м}^2$$

$$P_{\text{макс.вероятное } 2} \approx 0,230 \text{ кгс/м}^2$$

$$P_{\text{макс.вероятное } 3} \approx 0,290 \text{ кгс/м}^2$$

Максимально возможная теоретическая величина равна трем средне квадратическим отклонениям от величины максимально вероятного значения сминания, т.е.

$$P_{\text{макс.теор}} = P_{\text{макс.вероятное}} \pm 3 s(p)$$

Соответственно для наших значений, при величинах l_1 , l_2 , l_3 , значения составят (давление одного стебля):

$$P_{\text{макс.теор } 1} = 105\text{гр} (0,105 \text{ кгс/м}^2) + 3 \times 45,15 = 240,45 = 0,24045 \text{ кгс/м}^2$$

$$P_{\text{макс.теор } 2} = 230\text{гр} (0,230 \text{ кгс/м}^2) + 3 \times 76,23 = 458,69 = 0,45869 \text{ кгс/м}^2$$

$$P_{\text{макс.теор } 3} = 290\text{гр} (0,290 \text{ кгс/м}^2) + 3 \times 104,67 = 604,01 = 0,60401 \text{ кгс/м}^2$$

При придельной плотности тростника южного в ложе Шапсугского водохранилища равной ~ 120 шт/м² давление на геосинтетический материал составит для $P_{\text{макс.теор } 1} = 28,85 \text{ кгс/м}^2$; для $P_{\text{макс.теор } 2} = 55,04 \text{ кгс/м}^2$; $P_{\text{макс.теор } 3} = 72,48 \text{ кгс/м}^2$. За эти величины и принимаем нагрузки на геополотно, считая что у всех стеблей наиболее жесткое строение.

С помощью осуществленных полевых опытов и последующего статистического анализа мы получили данные характеризующие естественные показатели жесткости прорастающих стеблей тростника южного. Статистическая обработка позволила с качественно высокой точностью определить значения силы P при которой происходит сминание стебля тростника южного.

Список литературы:

1. Кирсанов А.А. Использование космической информации для изучения видов болотной растительности в Шапсугском водохранилище. Материалы Международной научно-практической конференции. Аграрная наука-основа успешного развития АПК и сохранения экосистем. Том 1. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2012. С. 273-277.
2. Закон РФ №4871-1 “Об обеспечении единства измерений” от 27.04.1993г., с изменениями от 10.01.2003г.
3. Дунин-Барковский И.В., Смирнов Н.В. Теория вероятности и математическая статистика в технике. – М., “Государственное издательство технико-теоретической литературы” 1955г. -556с.
4. Тюрин Н.И. Введение в метрологию. – М., “Издательство стандартов” 1985г. - 248с.
5. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М., “Высшая школа”, 1998г. -478с.
6. Карасев А.И. Теория вероятностей и математическая статистика. – М., “Статистика”, 1979г. -279с.

References

1. Kirsanov A.A. Ispol'zovanie kosmicheskoj informacii dlja izuchenija vidov bolotnoj rastitel'nosti v Shapsugskom vodohranilishhe. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Agrarnaja nauka-osnova uspešnogo razvitija APK i sohraneniya jekosistem. Tom 1. – Volgograd: FGBOU VPO Volgogradskij GAU, 2012. S. 273-277.
2. Zakon RF №4871-1 “Ob obespechenii edinstva izmerenij” ot 27.04.1993g., s izmenenijami ot 10.01.2003g.
3. Dunin-Barkovskij I.V., Smirnov N.V. Teorija verojatnosti i matematičeskaja statistika v tehnike. – M., “Gosudarstvennoe izdatel'stvo tehniko-teoreticheskoj literatury” 1955g. -556s.
4. Tjurin N.I. Vvedenie v metrologiju. – M., “Izdatel'stvo standartov” 1985g. -248s.
5. Gmurman V.E. Teorija verojatnostej i matematičeskaja statistika. – M., “Vysshaja shkola”, 1998g. -478s.
6. Karasev A.I. Teorija verojatnostej i matematičeskaja statistika. – M., “Statistika”, 1979g. -279s.