

УДК 502(470.45)

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ПРОМЫСЛОВЫХ МАССИВОВ ТРОСТНИКА ОБЫКНОВЕННОГО В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Замков А.А., Козлачков А.П., Рязанкин А.Е., Костин В.Е., Ребро И.В., Соколова Н.А.

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: wsk77@mail.ru

Тростник обыкновенный – распространенный рудеральный вид. В южных регионах России часто произрастает на землях сельхозназначения. В настоящее время биомасса тростника практически не используется, хотя является ценным биоресурсом. Прежде всего, тростник целесообразно использовать для производства строительных панелей и как твердое биотопливо. Авторами были определены эксплуатационные запасы тростника в Среднеахтубинском и Ленинском районах Волгоградской области. Определение проводилось методом учетных площадок. Рассмотрены особенности использования данного метода для исследования промысловых запасов тростника обыкновенного. Приведены расчеты для статистического контроля ожидаемой урожайности. Результаты исследований приведены в виде таблиц, диаграмм, рисунков. После проведенных исследований была составлена контрольная карта, из которой видно, что средняя ожидаемая урожайность тростника – 4,5-7,5 т/га.

Ключевые слова: тростник обыкновенный, биомасса тростника, биоресурс, эксплуатационный запас, метод учетных площадок, средняя ожидаемая урожайность

THE ANALYSIS OF RESULTS OF FORWARDING RESEARCHES OF OPERATIONAL STOCKS OF TRADE MASSIFS OF REED ORDINARY IN THE VOLGOGRAD REGION

Zamkov A.A., Kozlachkov A.P., Rjazankin A.E., Kostin V.E., Rebro I.V., Sokolova N.A.

Volzhsky Polytechnical Institute (branch) Volgograd state technical University, Volzhsky, e-mail: wsk77@mail.ru

Cane ordinary – a common ruderal species. In the southern regions of Russia it often grows on agricultural land. At present time, the reed biomass is practically not used, although it is a valuable bioresource. First of all, cane is advisable to use for the production of building panels and as solid biofuel. The authors determined the operational reserves of cane in Sredneahutubinsky and Leninsky districts of the Volgograd region. The determination was made by the method of registration areas. The features of using this method for investigating commercial reed stocks are considered. The calculations for the statistical control of the expected yield are presented. The results of the research are presented in the form of tables, diagrams, figures. After the studies, a control map was made from which it can be seen that the average expected yield of cane is 4.5-7.5 t / ha.

Keywords: cane common, cane biomass, bioresource, operational reserve, method of registration sites, average expected yield

Тростник обыкновенный широко распространен на территории Волгоградской области. Массивы тростника часто располагаются на землях сельскохозяйственного назначения и землях поселений. С точки зрения использования в настоящее время тростник считается сорняком, однако его можно использовать для производства строительных материалов, бумаги, сорбентов и твердого биотоплива. Для этого необходимо знать эксплуатационные запасы тростника в районе заготовки.

Определение эксплуатационных запасов тростника проводилось методом учетных площадок на территориях Среднеахтубинского и Ленинского районов Волгоградской области. Суть данной методики заключается в том, что местонахождение промысловых зарослей и массивов устанавливается в ходе экспедиций на местности. Выявленные про-

мысловые заросли и массивы наносят на топографические карты. Площадь заросли определяют, приравнивая ее очертания к какой-либо геометрической фигуре и измеряя параметры (длину, ширину, диаметр и т.д.), необходимые для расчета площади этой фигуры. Когда, растения в заросли распределяются неравномерно, образуя отдельные пятна (куртины), вначале определяется площадь всей территории, где встречается данный вид, а затем процент площади, занятой этим видом [1, 2].

Метод учетных площадок широко применяется, а, следовательно, хорошо адаптирован для определения запасов лекарственных растений, однако применительно к зарослям тростника требуется провести некоторое предварительное обоснование и уточнение. Уточнения главным образом касаются количества, размеров и принципа

выбора учетных площадок внутри промысловых массивов тростника.

Так в работе [3] описана методика определения продуктивности тростниковых зарослей при маршрутном обследовании. В промысловом массиве тростника на прямой линии закладывались площадки с размером 1×1 м². На этих площадках проводились контрольные выкосы, а для вычисления запасов, определенная в результате контрольных выкосов урожайность умножалась на площадь промышленной заготовки. Но такой метод имеет очевидные недостатки. Во-первых, прокладывание прямолинейных маршрутов в зарослях тростника весьма затруднительно даже при наличии специального оборудования, во-вторых, число площадок должно быть большим, для уменьшения погрешности измерений, в-третьих, погрешность измерения контрольного выкоса увеличивается с уменьшением размеров площадки.

Поэтому в настоящих исследованиях было принято решение использовать типичную выборку учетных площадок внутри промыслового массива тростника. То есть площадка выбирается в соответствии с характерным видом зарослей по высоте и плотности. У зарослей тростника даже в пределах одного массива могут очень быстро меняться основные характеристики, так у площадок отстоящих друг от друга на расстояние всего 10 м урожайность может изменяться в 10 и более раз. Поэтому при выборе мест площадок для контрольных покосов ориентировались глазомерно на площадки в наибольшей урожайности (рассматривали высоту и плотность зарослей), низкой урожайностью, но при этом не заросшие тростником участки внутри массивов не рассматривались, и участки со средней урожайностью. Такой метод позволяет рассмотреть участки внутри массива с наибольшей, средней и наименьшей урожайностью, при этом не требуется прокладка определенных маршрутов внутри зарослей, что весьма затруднительно при выполнении покосов из-за невозможности четкого определения своего местоположения и привязок в плотных и высоких зарослях тростника.

Отдельно следует рассмотреть выбор площади учетной площадки. Для лекарственных растений обычно не используются площадки площадью не больше 10 м². Это объясняется тем, что сбор растений обычно осуществляется вручную и являет-

ся весьма трудоёмким процессом. В случае определения запасов тростника применяется выкашивание площадок бензокосой, что значительно повышает производительность, но может влиять на точность измерений. Для того чтобы точность измерений находилась в пределах требуемого значения, рассмотрим погрешности, возникающие при скашивании тростника на учетной площадке.

Принимаем форму площадки в виде квадрата со стороной a (рис. 1). Для обозначения площадки в зарослях тростника применяется ограждение, состоящее из 4-х стальных стоек, на которых на определенной высоте крепится шнур. Разметка установки стоек осуществляется с помощью рулетки и угольника, что позволяет достаточно точно выдержать углы квадрата. Тогда основной погрешностью, возникающей при выкосе, является выход ножа бензокосы за пределы ограждения, причем выход за пределы ограждения в углах площадки невозможен, так как этому препятствуют стальные стойки. Поэтому выход за пределы ограждения возможен по сторонам квадрата на некоторое расстояние b . Тогда, считаем плотность зарослей тростника внутри площадки равномерной ($\rho = \text{const}$), а погрешность только положительной, то есть исходим из того, что внутри ограждения весь тростник выкашивается гарантировано.

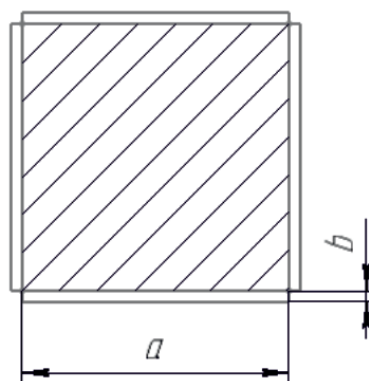


Рис. 1. Схема учетной площадки

Выход за пределы ограждения нежелателен, но точность выкоса зависит от многих факторов, самыми существенными из которых являются: квалификация рабочего, точность установки ограждения, рельеф местности и плотность зарослей.

Номинальная площадь учетной площадки: $A_{\text{ном}} = a^2$.

Реальная площадь находится в промежутке $A_{\text{ном}} \leq A_p \leq A_{\text{max}}$.

Максимальная площадь $A_{\text{max}} = a^2 + 4ab$.

Тогда погрешность можно определить по формуле: $\Delta A = A_{\text{max}} - A_{\text{ном}} = 4ab$.

Очевидно, что значение b , может находиться в пределах $0 \leq b \leq b_{\text{max}}$.

Тогда погрешность выкоса составит: $\delta = \frac{\Delta A}{A_{\text{ном}}} 100\% = \frac{4b}{a} 100\% \leq [\delta]$.

Варьируя значения стороны учетной площадки a и величины b , получим результаты, представленные в табл. 1.

Допустимая погрешность определения урожайности $[\delta]$ принимается равной 15%.

Как видно из табл. 1 заданная допустимая погрешность обеспечивается при размерах площадки 7×7 м при отклонении 0,25 м, 6×6 м при отклонении 0,2 м и размерах площадки 3×3 при отклонении 0,1 м. В итоге приняты размеры площадки выкоса 5×5 м, что при отклонении 0,1 м обеспечит погрешность не более 8%. Так как при выкосе и сборе биомассы возникают и другие погрешности в определении урожайности на учетной площадке, связанные со сбором скошенной биомассы тростника и точностью определения массы, то общая погрешность измерений не должна превысить 15%.

Проверку, полученных в ходе контрольных выкосов значений урожайности трост-

ника, проводили на основании гипотезы о равенстве средних значений. Следовательно, при подтверждении этого гипотетического предположения получаем, что вычисленное среднее значение массы тростника будет примерно одинаково. Для определения допустимого отклонения вычисляли доверительные интервалы. Для этого рассмотрели 5 учетных площадок контрольных выкосов для каждого из 11 районов исследования (табл. 2).

Проверку гипотезы равенства средних значений проводили при доверительном интервале 0,95. Для подтверждения использовали дисперсионный критерий. Значения средних урожайностей тростника по районам исследования приведены в табл. 3. На рис. 2 представлена гистограмма распределения средних значений урожайности тростника по районам исследования.

Таблица 1

Определение погрешности в зависимости от размеров площадки и точности покоса

b , м	0,1									
a , м	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\delta\%$	40	20	13,33	10	8	6,67	5,72	5	4,44	4
b , м	0,2									
a , м	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\delta\%$	80	40	26,67	20	16	13,33	11,43	10	8,89	8
b , м	0,25									
a , м	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\delta\%$	100	50	33,33	25	20	16,67	14,29	12,5	11,11	10

Таблица 2

Урожайность тростника на учетных площадках

Район исследования	Масса скошенного тростника, кг				
Большой Лиман	28,7	3,7	30	20	18
Новостройка и Царев	6,5	10,1	10,7	7,8	9,2
Степана Разина	5,2	22,4	5,4	4	23,6
Гусиный лиман	16,6	4	4	9,9	12,8
МТФ	7,2	7,2	13,7	5,6	9,3
озеро Запорное	54,2	12,5	30	30	30,4
хутор Репино	16	9,5	11	14,6	4,6
озеро Жестково	12	9,8	8	8,6	11,8
хутор Таловый	54,4	17,7	25,9	35,7	55,6
поселок Суходол	23,2	5,5	59,5	49,4	24,1
зона города Волжского	13,7	17,5	10,58	14,7	21,2

Таблица 3

Значения средних урожайностей тростника

Район исследования	$X_{\text{ср}}$, кг	$X_{\text{ср}}/M^2$
Большой Лиман	20,08	0,8032
Новостройка и Царев	8,86	0,3544
Степана Разина	12,12	0,4848
Гусиный лиман	9,46	0,3784
МТФ	8,6	0,344
озеро Запорное	31,42	1,2568
пункт Репино	11,14	0,4456
озеро Жестково	10,04	0,4016
хутор Таловый	37,86	1,5144
пункт Суходол	32,34	1,2936
зона города Волжского	15,536	0,971

Общее ожидаемое среднее значение урожайности тростника, по полученным данным контрольных выкопок, составляет $X_{\text{общ.ср.}} = 0,7498 \text{ кг/м}^2$.

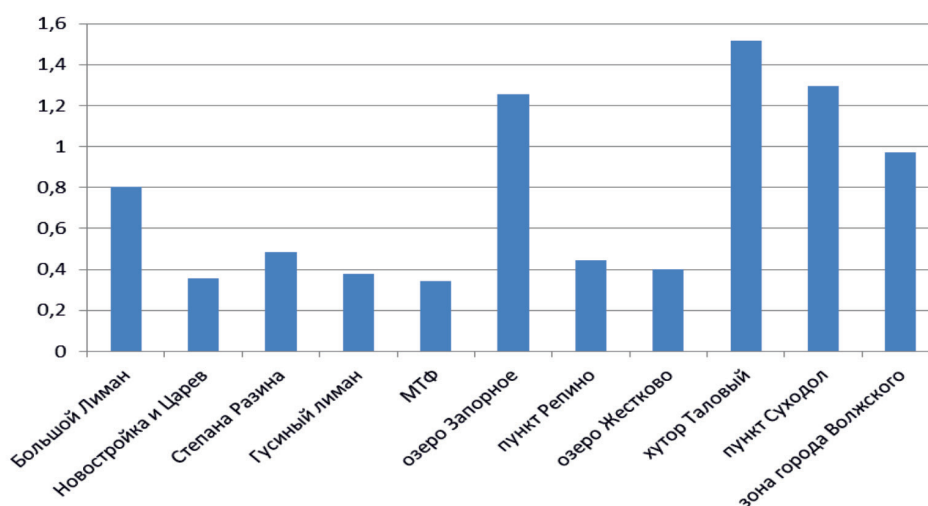


Рис. 2. Гистограмма распределения средних значений урожайности тростника, кг

Применяем статистику критерия Фишера:

$$F_{\text{эксп}} = \frac{11 \cdot 5 \cdot 12 \cdot 0,7498}{25098,686} = 0,048529.$$

Сравним полученное значение с табличным значением $F_{\alpha}(f_1, f_2)$ F -распределения. Имеем доверительную вероятность $\alpha = 0,95$ и степени свободы: $f_1 = 11 - 1 = 10$, $f_2 = 11(5 - 1) = 44$, тогда $F_{\text{табл}} = 2,64$.

Получаем $F_{\text{эксп}} < F_{\text{табл}}$, то есть гипотеза о равенстве средних принимается.

Определим двустороннюю интервальную оценку среднего при доверительной вероятности $\alpha = 0,95$. Используем оценку при неизвестной дисперсии:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - X_{\text{общ.ср.}})^2},$$

получим значение дисперсии $s = 0,43956$.

Тогда при доверительной вероятности $\gamma = \frac{1 + \alpha}{2} = \frac{1 + 0,95}{2} = 0,975$ и степени сво-

боды $f = n - 1 = 10$, имеем $t_{0,975} \approx 2,228$. Подставляем в соответствующие формулы и получаем:

– левую границу интервала:

$$a_n^H(\alpha) = a_3^H(0,95) =$$

$$= 0,7498 - 2,228 \cdot \frac{0,43956}{\sqrt{11}} = 0,4545,$$

– правую границу интервала:

$$a_n^B(\alpha) = a_3^B(0,95) =$$

$$= 0,7498 + 2,228 \cdot \frac{0,43956}{\sqrt{11}} = 1,045.$$

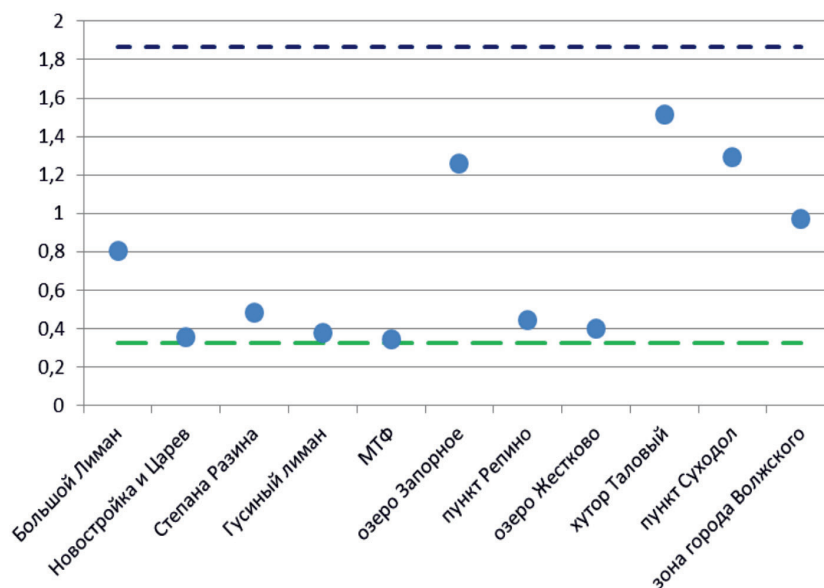


Рис. 3. Контрольная карта X_{cp}

Таким образом, с вероятностью 0,95 среднее ожидаемое значение урожайности тростника по исследованным районам находится в интервале $0,4545 \leq X_{cp} \leq 1,045$ кг/м².

Построим контрольную карту по количественному признаку – X_{cp} . Карта, позволяет определить, находится ли процесс в одном и том же статистически устойчивом состоянии или в отдельные периоды времени было статистически значимое нарушение этого состояния.

Проведем статистический контроль средне ожидаемой урожайности. Для этого подсчитаем и нанесем на специально подготовленную карту выборочные значения, полученные в ходе проведенных контрольных выкосов тростника, а также проведем верхнюю и нижнюю границу контроля для X_{cp} карты при достоверности $\alpha = 0,997$, вычисленные по формулам: $x_n = \bar{x} - AR$ (нижняя граница) и $x_b = \bar{x} + AR$ (верхняя граница).

Тогда если точки на контрольной карте лежат внутри контрольных границ, то считается, что все колебания точек объясняются чисто случайными факторами. Если же одна или несколько точек выходят за контрольные границы, то считается, что такие

сильные отклонения невозможны за счет чистой случайности.

По нашим расчетам получаем следующую контрольную карту (рис. 3).

Анализ контрольной карты показывает, что рассеяние средне ожидаемых значений приемлемо, и по рассеянию процесс стабилен. Однако на X_{cp} -карте имеются серии точек расположенных ближе к нижней границе контроля, это указывает на то, что средне ожидаемая урожайность тростника вероятнее всего будет в интервале $0,4545 \leq X_{cp} \leq 0,7498$ кг/м² (от 4,55 до 7,5 т/га).

Список литературы

1. Дмитрук Л.Б. Рациональное использование и охрана растительных ресурсов: учебно-методический комплекс / Л.Б. Дмитрук, В.В. Ивановский. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2013. – 82 с.
2. Мухина К.А., Паршев С.С., Костин В.Е., Соколова Н.А. Определение эксплуатационных запасов тростника методом учётных площадок с целью разработки технико-экономического обоснования параметров комплекса по производству топливных гранул // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 50-51.
3. Поучительный урок результатов эксплуатации тростниковых зарослей в дельте раки Волги. А.Н. Бармин, В.Б. Голуб // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2000. – т. 2, № 2. – С. 295-299.