

Трофимов В.Н., Трофимова О.В.

Средневзвешенная категория состояния деревьев как критерий ослабления древостоя

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

УДК 630*27*:630*4

Средневзвешенная категория состояния деревьев как критерий ослабления древостоя

Трофимов В.Н.¹, Трофимова О.В.²

¹Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана

²Государственный университет просвещения

Аннотация

На примере еловых и березовых насаждений рассматривается вопрос об использовании средневзвешенной оценки категории состояния здоровья деревьев $K_{ср.}$ в качестве критерия санитарного состояния лесного насаждения. Показано, что превышение $K_{ср.}$ величины 1,5 по запасу не всегда свидетельствует об ослаблении древостоя. С изменением бонитета насаждения с Ia по V оценки $K_{ср.}$ как по запасу древесины, так и по числу стволов, при прочих равных условиях, увеличиваются. Приспевающие и спелые древостои Ia – II бонитетов, а также спелые насаждения хвойных пород с постоянным превышением двукратного нормального отпада при оценке их санитарного состояния по $K_{ср.}$ могут быть диагностированы как насаждения без признаков ослабления.

В качестве ориентировочного критерия ослабления насаждения можно принять превышение следующих оценок $K_{ср.}$ по запасу/ по числу стволов: в средневозрастных насаждениях – 1,7/2,0, в приспевающих насаждениях – 1,5/1,7, в спелых и перестойных насаждениях 1,2 /1,4.

Ключевые слова: КАТЕГОРИЯ СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ,
СРЕДНЕВЗВЕШЕННАЯ ОЦЕНКА

Введение

Средневзвешенная категории санитарного состояния насаждения рассчитывается на основе оценок категорий состояния деревьев, определяемых по комплексу визуальных

Трофимов В.Н., Трофимова О.В.

Средневзвешенная категория состояния деревьев как критерий ослабления древостоя

Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

признаков. Дифференцирование деревьев по их жизнеспособности и пораженности вредными организмами на анализируемых участках леса (пробных площадях) разработано Ленинградской школой лесных энтомологов в 1930-е годы [1]. Термин «категория состояния» впервые упоминается в работе П.Н. Тальмана [2]. За почти вековой период количество категорий состояния и описание их признаков изменялось и, видимо, будет изменяться в производственных и исследовательских работах. Только последние 50 лет в лесном хозяйстве количество категорий изменялось от 6 до 11 [3, 4] и, наконец, ограничились 5-ю категориями, подразделив 5-ю категорию на шесть подгрупп [5]. Причиной последнего послужила попытка дать оценку ослабления лесных насаждений по показателю «средневзвешенная категория санитарного состояния», т.е. перенести результаты перечета деревьев по категориям состояния на пробных площадях, как размерных, так и безразмерных, на насаждение с помощью величины, вычисляемой как суммы произведений доли каждой категории состояния на ее порядковый номер (1, 2).

В соответствии с последней редакцией постановления правительства «Правил санитарной безопасности в лесах» [5], средневзвешенная категория санитарного состояния лесных насаждений ($K_{\text{ср.нас}}$) рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{ср.нас.}} = \sum (P_i \times K_{\text{ср}i}) / 10, \quad (1)$$

где: P_i - доля участия древесной породы в составе лесных насаждений, в долях единицы; $K_{\text{ср}i}$ - средневзвешенные категории санитарного состояния деревьев каждой древесной породы.

Категория санитарного состояния деревьев ($K_{\text{ср.}}$) каждой древесной породы рассчитывается с учетом ее доли в запасе насаждения по формуле:

$$K_{\text{ср.}} = \sum (P_i \times K_i) / 100, \quad (2)$$

где: P_i - доля каждой категории санитарного состояния в процентах от запаса древесины деревьев этой древесной породы; K_i - категория санитарного состояния дерева ($K_i = 1$ - без признаков ослабления, $K_i = 2$ - ослабленное, $K_i = 3$ - сильно ослабленное, $K_i = 4$ - усыхающее, $K_i = 5$ - погибшее).

Если древесная порода одна (чистое насаждение), то средневзвешенная категория состояния рассчитывается по формуле (2).

Особого внимания заслуживает категория $K_i = 5$ – погибшее, поскольку представляет собой сумму 6 категорий: 5(а) – свежий сухостой, 5(б) – свежий ветровал, 5(в)

Трофимов В.Н., Трофимова О.В.

Средневзвешенная категория состояния деревьев как критерий ослабления древостоя

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

– свежий бурелом, 5(г) – старый сухостой, 5(д) – старый ветровал и 5(е) – старый бурелом. Если с первыми тремя подразделениями 5-ой категории сомнений не возникает, то с последними тремя остается неясность, за какой период учитывать сухостой прошлых лет, поскольку в настоящее время происходит накопление старого сухостоя как в пригородных лесах, где уход проводится не регулярно и старый сухостой, например, после вспышки короеда типографа сохраняется годами, так и в таежных, пройденных пожарами, усохших от повреждения сибирским шелкопрядом и т.п.

На основании средневзвешенной категории санитарного состояния лесные насаждения распределяются в соответствии со шкалой определения санитарного состояния лесных насаждений: 1–1,5 - лесные насаждения без признаков ослабления, 2,5 - ослабленные лесные насаждения, 3,5 - сильно ослабленные лесные насаждения, 4,5 - усыхающие лесные насаждения, более 4,5 - погибшие лесные насаждения.

Таким образом, ухудшением санитарного состояния лесного насаждения на лесном участке или отдельном лесотаксационном выделе будет превышение средневзвешенной категории состояния величины $K_{ср.нас} = 1,5$ и / или образование патологического отпада (деревья, заселенные стволовыми вредителями, сухостой, ветровал, бурелом), объем которого в 2 и более раз превышает объем естественного отпада, величина которого определяется по таблицам хода роста древостоя, отражающим закономерности хода роста лесных насаждений на соответствующей территории [5].

Однако возможность применения названных оценок для насаждений различных пород, возрастов и бонитетов требует уточнения.

Методика

По региональным таблицам хода еловых древостоев Северо-Запада Европейской части РФ [6] вычислили долю (%) нормального (естественного) отпада по числу стволов и по запасу для всех бонитетов за каждое десятилетие. Заметим, что, несмотря на рекомендацию пользоваться оценками категорий состояния по запасу [5], оба показателя отпада имеют самостоятельное значение, поскольку в пригородных лесах и городских насаждениях (аллеи, скверы, парки и т.п.) пересчеты по категориям состояния чаще производят по числу стволов, а в условиях города – это, как правило, единственный способ. В лесных насаждениях для пересчетов категорий состояния деревьев по запасу можно использовать электронные мерные вилки различных модификаций, полнотомеры, прицел

Трофимов В.Н., Трофимова О.В.

Средневзвешенная категория состояния деревьев как критерий ослабления древостоя

Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

Биттерлиха, призму Анучина и т.п. В городских условиях набрать для перечета даже 100 деревьев не всегда возможно, тем более обеспечить желательную точность.

Далее рассуждения следующие. Любое здоровое насаждение не может состоять только из деревьев первой категории из-за самоизреживания в младших возрастах и формирования естественного отпада в приспевающих, спелых и перестойных древостоях. Поэтому в категорию 5 (сухостой текущего года – естественный отпад) ежегодно должна переходить соответствующая часть деревьев из категории 4 (усыхающие). В соответствие с правилом ошибок первого и второго рода из теории принятия решений, примем для деревьев четвертой категории равную вероятность как перехода в категорию 3 (сильно ослабленные, так и в категорию 5. А поскольку категорию 5 считаем явлением состоявшимся – это естественный отпад, тогда правило 50% / 50% предполагает в категории 4 вдвое больше деревьев, чем в категории 5. Аналогично в категории 3 должно быть вдвое больше деревьев, чем в категории 4 и т.д. Оставшаяся доля после категорий с пятой по вторую (ослабленные) будет составлять первую категорию – деревья без признаков ослабления.

Такой сценарий представляется более вероятным, нежели ежегодный переход из каждой высшей категории состояния в низшую категорию одинакового количества деревьев, равного естественному отпаду. Заметим, что отпад в здоровом лесу не имеет монотонности и выраженной периодичности. Зачастую 2–3 года подряд невозможно найти хотя бы одно свежеселенное ксилофагами дерево (свежий сухостой пятой категории). На следующий год, например, часто удается обнаружить сразу несколько таких деревьев, а потом на протяжении 1-3-х лет опять не встретить ни одного. С другой стороны, поскольку превышение естественного отпада в 2 раза считается признаком ослабления насаждения [7, 5], в сценарий заложили возможность разового двукратного превышения нормального отпада.

Следующим этапом было решение вопроса о целесообразности включать в средневзвешенную оценку состояния старый сухостой, т.е. категории 5(г), 5(д) и 5(е). По нашему мнению, следует включать в расчет только старый сухостой прошлого года, когда его легко идентифицировать при ежегодном перечете деревьев на постоянных пробных площадях, либо процесс патологического отпада только начался, и ошибки в определении сроков его происхождения не будет. В других вариантах включение в расчеты старого сухостоя приведет к ошибочной, более худшей оценке санитарного состояния насаждения.

Трофимов В.Н., Трофимова О.В.

Средневзвешенная категория состояния деревьев как критерий ослабления древостоя

**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**

Поэтому, для компромиссного варианта, для еловых насаждений расчеты выполнили как без учета старого сухостоя, так и с учетом старого сухостоя только прошлого года.

Результаты

Как видим (табл. 1), при оценке средневзвешенных категорий состояния ели по запасу в возрастных группах от 40 до 120 лет без учета старого сухостоя, превышение критерия в 1,5 наблюдается в возрастных интервалах от 41–50 лет до 71–80 лет в зависимости от бонитета (выделено цветом крупным шрифтом без курсива). Следовательно, в младших возрастах и низких бонитетах здоровые насаждения могут быть оценены как имеющие признаки ухудшения санитарного состояния.

Оценки, рассчитанные по числу стволов (выделены курсивом), охватывают большее число возрастных групп и сохраняют ту же закономерность. Это значит, что в городских посадках, где перечет деревьев обычно ведется по числу стволов, средневзвешенные категории состояния будут давать искаженную оценку, определяя здоровые насаждения как ослабленные.

Таблица 1. Средневзвешенные категории состояний $K_{ср.}$ еловых насаждений с естественным нормальным отпадом без старого сухостоя

Возрастной интервал, лет	Классы бонитета					
	Ia	I	II	III	IV	V
41-50	<i>1,39/1,78*</i>	1,57/1,93	1,70/1,99	1,91/1,91	2,07/2,04	2,25/2,14
51-60	<i>1,29/1,67</i>	<i>1,39/1,75</i>	1,52/1,83	1,68/1,88	1,78/1,86	2,07/1,88
61-70	<i>1,22/1,52</i>	<i>1,31/1,60</i>	<i>1,39/1,65</i>	<i>1,49/1,70</i>	1,57/1,68	1,7/1,70
71-80	1,18/1,41	1,23/1,47	1,31/1,52	1,39/1,55	1,44/1,52	1,52/1,50
81-90	1,16/1,32	1,21/1,36	1,26/1,40	1,29/1,42	1,34/1,44	1,39/1,46
91-100	1,13/1,26	1,16/1,28	1,21/1,31	1,23/1,34	1,26/1,36	1,29/1,39
101-110	1,10/1,21	1,13/1,26	1,16/1,29	1,18/1,29	1,21/1,29	1,21/1,29
111-120	1,1/1,18	1,10/1,21	1,13/1,23	1,16/1,23	1,16/1,23	1,16/1,23

Примечание: *Числитель – по запасу, знаменатель – по числу стволов.

В сценарии с учетом старого сухостоя за прошлый год (табл. 2 и 3) сохраняется та же закономерность, что и в предыдущем варианте, причем аналогичные величины средневзвешенных категорий состояния отличаются незначительно. Поэтому при расчете $K_{ср.}$ для насаждений без выраженного патологического отпада учитывать старый сухостой прошлого года не обязательно. Также следует отметить, что как у еловых, так и у березовых

Трофимов В.Н., Трофимова О.В.

Средневзвешенная категория состояния деревьев как критерий ослабления древостоя

**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**

насаждений, признаки ухудшения санитарного состояния при прочих равных условиях наблюдаются в одних и тех же возрастных группах.

Таблица 2. Средневзвешенные категории состояний Кср. еловых насаждений с естественным нормальным отпадом с учетом старого сухостоя за прошлый год

Возрастной интервал, лет	Классы бонитета					
	Ia	I	II	III	IV	V
41-50	1,45/1,96*	1,66/2,08	1,81/2,14	2,05/2,20	2,23/2,26	2,44/2,32
51-60	1,33/1,78	1,45/1,87	1,6/1,96	1,78/2,02	1,9/2,08	2,11/2,14
61-70	1,27/1,60	1,36/1,69	1,45/1,75	1,57/1,81	1,66/1,87	1,81/1,90
71-80	1,21/1,48	1,27/1,54	1,36/1,60	1,45/1,63	1,51/1,66	1,6/1,72
81-90	1,18/1,36	1,24/1,42	1,30/1,48	1,33/1,48	1,39/1,54	1,45/1,57
91-100	1,15/1,3	1,18/1,33	1,24/1,36	1,27/1,39	1,3/1,45	1,33/1,48
101-110	1,12/1,24	1,15/1,30	1,18/1,33	1,21/1,33	1,24/1,33	1,24/1,33
111-120	1,12/1,21	1,12/1,24	1,15/1,27	1,18/1,27	1,18/1,27	1,18/1,27

Примечание: *Числитель – по запасу, знаменатель – по числу стволов.

Таблица 3. Средневзвешенные категории состояний Кср березовых насаждений с естественным нормальным отпадом с учетом старого сухостоя за прошлый год

Возрастной интервал	Классы бонитета					
	Ia	I	II	III	IV	V
21-30	1,41/2,37	1,47/2,44	1,50/2,50	1,56/2,55	1,65/2,56	1,77/2,64
31-40	1,32/1,64	1,36/2,00	1,40/2,05	1,45/2,08	1,51/2,16	1,59/2,19
41-50	1,26/1,67	1,29/1,62	1,32/1,75	1,36/1,78	1,40/1,82	1,47/1,89
51-60	1,20/1,49	1,23/1,52	1,26/1,55	1,29/1,58	1,32/1,62	1,37/1,67
61-70	1,17/1,36	1,19/1,39	1,21/1,41	1,23/1,43	1,26/1,47	1,29/1,51
71-80	1,13/1,27	1,15/1,29	1,17/1,31	1,18/1,32	1,21/1,35	1,23/1,39
81-90	1,11/1,21	1,12/1,22	1,14/1,23	1,17/1,25	1,17/1,27	1,17/1,29
91-100	1,09/1,16	1,10/1,17	1,11/1,18	1,12/1,20	1,13/1,21	1,15/1,23

Примечание: *Числитель – по запасу, знаменатель – по числу стволов.

В третьем сценарии (табл. 4 и 5) в насаждениях с патологическим двукратным превышением нормального отпада, средневзвешенная категория состояния по запасу Кср диагностирует практически все еловые и все березовые древостои как насаждения с ухудшением санитарного состояния как по запасу древесины, так и по числу стволов. Исключение представляют спелые и приспевающие еловые насаждения Ia, I и II бонитетов, в которых ослабление при двукратном отпаде не проявляется, и средневозрастные березовые насаждения низших бонитетов, которые диагностируются как ослабленные.

Трофимов В.Н., Трофимова О.В.

Средневзвешенная категория состояния деревьев как критерий ослабления древостоя

**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**

Таблица 4. Средневзвешенные категории состояний еловых насаждений Кср. с патологическим двукратным отпадом с учетом старого сухостоя за прошлый год

Возрастной интервал, лет	Классы бонитета					
	Ia	I	II	III	IV	V
40-50	1,9/2,92*	2,32/3,16	2,62/3,28	3,1/3,1	3,46/3,4	3,88/3,64
50-60	1,66/2,56	1,9/2,74	2,2/2,92	2,56/2,98	2,8/3,02	3,22/3,08
60-70	1,54/2,20	1,72/2,38	1,9/2,50	2,14/2,56	2,32/2,60	2,62/2,62
70-80	1,42/1,96	1,54/2,08	1,72/2,20	1,90/2,24	2,02/2,26	2,2/2,28
80-90	1,36/1,72	1,48/1,84	1,60/1,94	1,66/1,96	1,78/2,02	1,90/1,90
90-100	1,30/1,60	1,36/1,66	1,48/1,72	1,54/1,78	1,60/1,82	1,66/1,84
100-110	1,24/1,48	1,30/1,60	1,36/1,64	1,42/1,66	1,48/1,68	1,48/1,82
110-120	1,23/1,42	1,24/1,48	1,26/1,52	1,31/1,54	1,34/1,57	1,36/1,70

Примечание: *Числитель – по запасу, знаменатель – по числу стволов.

Таблица 5. Средневзвешенные категории состояний еловых насаждений Кср. с патологическим двукратным отпадом с учетом старого сухостоя за прошлый год

Возрастной интервал	Классы бонитета					
	Ia	I	II	III	IV	V
21-30	2,04/3,74	2,13/3,90	2,24/4,01	2,40/4,09	2,68/4,12	3,02/4,27
31-40	1,81/2,27	1,89/3,00	2,00/3,09	2,13/3,17	2,30/3,32	2,53/3,38
41-50	1,64/2,33	1,71/2,28	1,79/2,50	1,90/2,57	2,02/2,64	2,18/2,77
51-60	1,51/1,98	1,57/2,24	1,64/2,10	1,71/2,16	1,80/2,32	1,93/2,33
61-70	1,41/1,71	1,46/1,77	1,51/1,82	1,57/1,86	1,64/1,93	1,73/2,01
71-80	1,33/1,55	1,37/1,58	1,41/1,61	1,46/1,65	1,51/1,71	1,58/1,77
81-90	1,26/1,42	1,30/1,43	1,34/1,48	1,37/1,50	1,41/1,55	1,47/1,59
91-100	1,22/1,32	1,25/1,34	1,27/1,36	1,33/1,39	1,33/1,41	1,37/1,46

Примечание: *Числитель – по запасу, знаменатель – по числу стволов.

Выводы

1. Превышение средневзвешенной оценки категории состояния $K_{ср.}$ величины 1,5 по запасу не свидетельствует о признаках ухудшения санитарного состояния насаждения. Величина $K_{ср.}$ при прочих равных условиях зависит в порядке убывания от бонитета, затем от возраста насаждения и меньше зависит от породы дерева.

2. С изменением бонитета насаждения с Ia по V как по запасу, так и по числу стволов при прочих равных условиях оценки $K_{ср.}$ увеличиваются.

3. Оценка $K_{ср.}$ по числу стволов (обычно на безразмерных пробных площадях) превышает аналогичную оценку по запасу на 0,1–0,3.

4. Приспевающие и спелые древостои Ia – II бонитетов, а также все спелые насаждения с постоянным патологическим превышением двукратного нормального отпада

Трофимов В.Н., Трофимова О.В.

Средневзвешенная категория состояния деревьев как критерий ослабления древостоя

Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

при оценке их санитарного состояния по $K_{ср.}$ могут быть диагностированы как насаждения без признаков ослабления.

5. В качестве ориентировочного критерия ухудшения санитарного состояния насаждения можно принять превышение следующих $K_{ср.}$ по запасу / по числу стволов: 1,7/2,0 – в средневозрастных насаждениях, 1,5/1,7 – в приспевающих насаждениях, 1,2 /1,4 – в спелых и в перестойных насаждениях.

6. Оценка категории состояния дерева индивидуальным исполнителем субъективна. Для ее улучшения целесообразно доработать фотографии категорий состояния основных лесобразующих пород [7] в виде подробного полевого альбома с выделением разновидностей крон, взяв, например, за основу подход E. Muller & H. Stierling [8].

Обсуждение

В первых вариантах оценки ослабления лесных насаждений по средневзвешенной категории санитарного состояния $K_{ср.}$ вычислялась по 6 категориям состояния деревьев, т.е. с учетом строго сухостоя. Если ее значение не превышало 1.5, насаждение относили к здоровым, 2.5 - к ослабленным, 3.5 - к сильно ослабленным, 4.5 - к усыхающим. Насаждениями неудовлетворительного санитарного состояния считали такие, средневзвешенная категория состояния которых превышает 1.5 балла, а также насаждения с текущим отпадом, превышающим норму [7 с. 108]. При переходе к пяти категориям состояния критерии $K_{ср.}$ остались теми же, а превышение отпада превысили вдвое [5].

Подход разработчиков оценок понятен, если включение в оценку $K_{ср.}$ значительного количества старого сухостоя дает ошибочную оценку увеличения ослабления древостоя, то проще просто убрать 6-ю категорию (старый сухостой). По сути, так и поступают лесостроители, когда не включают сухостой в таксационные показатели. Специально заниматься этим вопросом не стали и использовали старые необоснованные критерии. В результате между градациями $K_{ср.}$ 1–1,5 и 2,5–3,5 существует включенный в диагностику промежуток 1,6–2,4, при попадании в который оценок $K_{ср.}$ насаждения вроде как уже не здоровые, но еще не ослабленные. Равно как и промежутки 2,6–3,4 и 3,6–4,5. Понятно, что и в этих промежутках будет зависимость $K_{ср.}$ от бонитета, возраста, и возможно, от пород.

В завершении применим наш подход к оценкам $K_{ср.}$ коэффициентам вероятности (v) усыхания деревьев, приводимым Е.Г. Мозолева [9]. Для дубовых насаждений с

Трофимов В.Н., Трофимова О.В.

Средневзвешенная категория состояния деревьев как критерий ослабления древостоя

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
 =====

вероятностью усыхания в 1, 2, 3 и 4-ой категориях с вероятностями соответственно 0,008, 0,05, 0,15 и 0,25, $K_{cp.}=1,6/1,8$ по запасу древесины / по числу стволов. Для березовых насаждений с аналогичными данными по вероятности усыхания в тех же категориях 0,006, 0,21, 0,25 и 0,50, $K_{cp.}=1,9/2,3$. Применительно к критериям санитарного состояния [5], оба насаждения можно оценить только как ослабленные, хотя состояние березы в данном случае хуже.

Список использованных источников:

1. Яцентковский А.В. Обследование короедников // Методы обследования лесов, зараженных вредителями: Руководство для лесных работников. Л.: ЛТА, – 1931. - С. 65–101.
2. Тальман Н.П. и Носырев В.Н. Метод массового детального обследования древостоев, зараженных вторичными вредителями // Научно-метод. Записки / Вып. XI. – Л.: Изд-во Гл. Упр. по заповедникам. – 1948. – С. 78–82.
3. Правила санитарной безопасности в лесах. № 613 от 24.12.2013. – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=234651>.
4. Санитарные правила в лесах СССР № 176 от 05.07.1968. – М.: Лесная промышленность. М.: 1970. – 16 с.
5. Правила санитарной безопасности в лесах. № 2047 от 09.12.2020. – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/acts/files/1202012110016.pdf>
6. Массовые таблицы Союзлеспрома для сосны, ели, дуба, березы и осины по классам бонитета. – М. – Л.: Сельколхозгиз, 1931. – 500 с.
7. Методы мониторинга вредителей и болезней леса. Справочник. Болезни и вредители в лесах России. Т.3. / Ю.Н. Баранчиков, А.Н. Бобринский, А.В. Голубев и др.; под общ. ред. В.К. Тузова – М.: ВНИИЛМ. 2004. – 200 с.
8. Muller E. Sanasilva. Tree crown photos with percentage of foliage loss. 2nd Revised and extended edition / E. Muller, H.R. Stierling – Swiss Federal institute for forest, snow and landscape research. CH-8903. Birmensdorf, 1990. – 129 pp.
9. Мозолевская Е.Г. Методы оценки и прогноза динамики состояния насаждений // Лесное хозяйство, 1998. № 3. – С. 43–45.

=====

Цитирование:

Трофимов В.Н., Трофимова О.В. Средневзвешенная категория состояния деревьев как критерий ослабления древостоя [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2024. – № 1. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/1/st_124.pdf DOI: <https://doi.org/10.51419/202141124>.