

ВЗАИМОСВЯЗЬ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАСАЖДЕНИЙ ТОПОЛЯ БЕЛОГО И ИХ САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ

А.С. ЕРМОЛОВА, *мл. науч. сотрудник, филиал ФБУ ВНИИЛМ «Южно-европейская научно-исследовательская лесная опытная станция»*⁽¹⁾

ale-zavgorodnyaya@yandex.ru

⁽¹⁾ ФБУ ВНИИЛМ «Южно-европейская научно-исследовательская лесная опытная станция», 346270, Ростовская область, Шолоховский район, ст. Вешенская, ул. Сосновая, 59 «в»

Статья посвящена изучению взаимосвязи таксационных показателей и санитарного состояния пойменных насаждений тополя белого. Отмечено, что тополь белый является одной из наиболее благополучных в санитарном отношении лесообразующих пород в поймах рек степной части бассейна р. Дон. Дано описание современной таксационной структуры белотопольевых древостоев. Охарактеризована тенденция к ухудшению санитарного состояния белотопольевников с возрастом. Определено соответствие биометрических показателей деревьев категории их состояния в здоровых и ослабленных насаждениях тополя белого. Установлено, что степень ослабления имеет невысокую отрицательную долю влияния на накопление запаса насаждения, гораздо более сильное и прямое влияние этот показатель имеет при совместном действии с фактором возраста. Выявлено, что белотопольевники среднепойменные, формирующиеся в оптимальных для породы лесорастительных условиях, в санитарном отношении характеризуются лучше, чем белотопольевники притеррасные. В целом преобладающая по площади доля насаждений в обеих группах типов леса относится к категории здоровых. Проанализировано влияние состава белотопольевников на их санитарное состояние, при этом выделены три категории насаждений: чистые по составу, с доминированием в составе примеси клена ясенелистного и вяза обыкновенного и с примесью других пород, таких как дуб черешчатый, ольха черная, ива белая, тополь черный. Установлено, что чистые по составу насаждения имеют более высокую степень ослабления по сравнению со смешанными. Однако большая доля и разнообразие сопутствующих пород в составе значительной части белотопольевников в притеррасной части поймы указывает на специфичность лесорастительных условий, которые обуславливают некоторое ослабление смешанных по составу белотопольевников притеррасных.

Ключевые слова: санитарное состояние, пойменные белотопольевники, степень ослабления, биологическая устойчивость, возраст, биометрические показатели, запас, белотопольевники среднепойменные, белотопольевники притеррасные, состав насаждений тополя белого.

Санитарное состояние – характеристика лесных насаждений по комплексу признаков. Согласно действующим «Санитарным правилам» (2006) определяется по соотношению деревьев разных категорий состояния – здоровых, ослабленных, усыхающих и усохших.

Санитарное состояние не может не отражаться на биометрических показателях деревьев и на структуре насаждения, в частности на его густоте, полноте, характере взаимодействия с сопутствующими породами. Такие факторы, как возраст, состав, типологическая приуроченность и связанные с ней почвенные условия и увлажнение, в свою очередь, оказывают влияние на состояние насаждения.

В настоящее время исследователи характеризуют белотопольевники как одни из наиболее благополучных в санитарном отношении по сравнению с насаждениями других лесообразующих пород в поймах рек степной части бассейна Дона [8,9].

Целью данной работы является определение взаимосвязи санитарного состояния

древостоев тополя белого с их таксационными характеристиками. Для этого нами решаются следующие **задачи**:

- охарактеризовать тенденцию к изменению санитарного состояния белотопольевников с возрастом;
- оценить соотношение биометрических показателей (высоту и диаметр) деревьев тополя белого с их состоянием;
- проанализировать взаимосвязь производительности и степени ослабления насаждений;
- сравнить санитарное состояние насаждений тополя белого, принадлежащих разным группам типов леса;
- определить наличие и характер влияния состава белотопольевников на их санитарное состояние.

Методика и объекты исследований

Обследованы 59 пробных площадей в насаждениях тополя белого в возрасте от 19 до 80 лет разного состава и типологической

приуроченности. Общая площадь, охваченная детальными исследованиями санитарного состояния, составила 114,4 га.

Таксационные показатели древостоев тополя белого определялись по общепринятым в лесной таксации методам [4]. Обследование древостоев тополя белого и оценка их санитарного состояния осуществлялись в соответствии с «Санитарными правилами» (2005) и «Руководством...» (2007). Выделение групп типов леса пойменных белотопольевников производилось согласно «Методическим рекомендациям...» (1997). Степень сопряженности таксационных показателей насаждений и их санитарного состояния оценивалась посредством корреляционного анализа [7].

Результаты и обсуждение

Тополь белый является одной из наиболее распространенных лесообразующих пород в пойменных лесах среднего течения р. Дон и его притоков в степной части бассейна, уступая по площади дубу черешчатому, вязу, ольхе черной. За последние 60 лет площадь пойменных белотопольевников в регионе увеличилась почти в 5 раз. Широкое распространение насаждений тополя белого по поперечному профилю поймы связано с биологическими и экологическими свойствами породы. Преобладающая доля коренных насаждений тополя белого – до 71 % – произрастает в центральной пойме, формируя группу типов леса белотопольевники среднепойменные (Тб. сп.), которые чаще произрастают по I классу бонитета и в возрасте спелости имеют средний запас 310 м³/га. На долю белотопольевников притеррасных (Тб. пт.) приходится до 19 % общей площади насаждений тополя белого. Продуктивность белотопольевников в притеррасье ниже на I, иногда на II класса бонитета по сравнению с центральной поймой, средний запас спелых древостоев составляет 290 м³/га.

Повсеместно на территории Ростовской области преобладают спелые и перестойные насаждения тополя белого (IV группа возраста). В среднем они занимают 67,4 % общей площади. На долю молодняков прихо-

дится 3,2 %, средневозрастные и приспевающие насаждения составляют 18,1 % и 11,2 % соответственно. Средневзвешенный возраст белотопольевников в области составляет 42 года и варьирует по лесничествам от 39 до 50 лет.

Белотопольевники являются одними из наиболее продуктивных насаждений в поймах рек Среднего Дона – 53,5 % от общей площади относятся к I классу бонитета. На долю древостоев Ia класса бонитета приходится 37,5 %, белотопольевники Ib и II классов составляют соответственно 2,3 и 5,7 % от общей площади.

Распределение белотопольевников по полноте следующее: к низкополнотным относятся 12,3 %, доля древостоев со средней полнотой составляет 51,6 %, а высокополнотных – 36,1 %. Средневзвешенная полнота колеблется по лесничествам от 0,61 до 0,73. В целом по области модальная полнота равна 0,70.

Как показал корреляционный анализ, степень ослабления пойменных белотопольевников с возрастом увеличивается, что свидетельствует об ухудшении санитарного состояния насаждений по мере старения. Однако степень сопряженности этих двух признаков средняя по величине, а коэффициент детерминации показывает низкую долю влияния фактора возраста на изменение санитарного состояния (табл. 1).

Следует принимать во внимание, что на ранних стадиях роста ослабление и усыхание деревьев тополя белого чаще вызвано острой конкурентной внутри- и межвидовой борьбой, поскольку белотопольевники характеризуются высокой успешностью естественного возобновления и соответственно большой густотой. По мере взросления фактор конкуренции становится значительно слабее, а ухудшение санитарного состояния связано со снижением биологической устойчивости насаждений по мере их приближения к окончанию жизненного цикла.

Процесс усыхания деревьев и перехода их в отпад обуславливаются либо их угнетением в древостое вследствие внутри- и межвидовой конкуренции, неблагоприятных

Анализ взаимосвязи возраста насаждений тополя белого с их санитарным состоянием
Analysis of the relationship of age of *Populus alba* plantations with their sanitary condition

Группа типов леса	Коэффициенты				
	r	d	s	$t_{\text{теор}5\%}$	$t_{\text{факт}}$
Тб. сп.	0,487	0,237	0,159	2,04	3,06
Тб. пт.	0,381	0,145	0,185	2,06	2,06

Примечание: r – коэффициент корреляции, d – коэффициент детерминации, s – ошибка коэффициента корреляции, $t_{\text{теор}5\%}$ – теоретическое значение коэффициента Стьюдента на 5 %-ном уровне значимости, $t_{\text{факт}}$ – фактическое значение коэффициента Стьюдента.

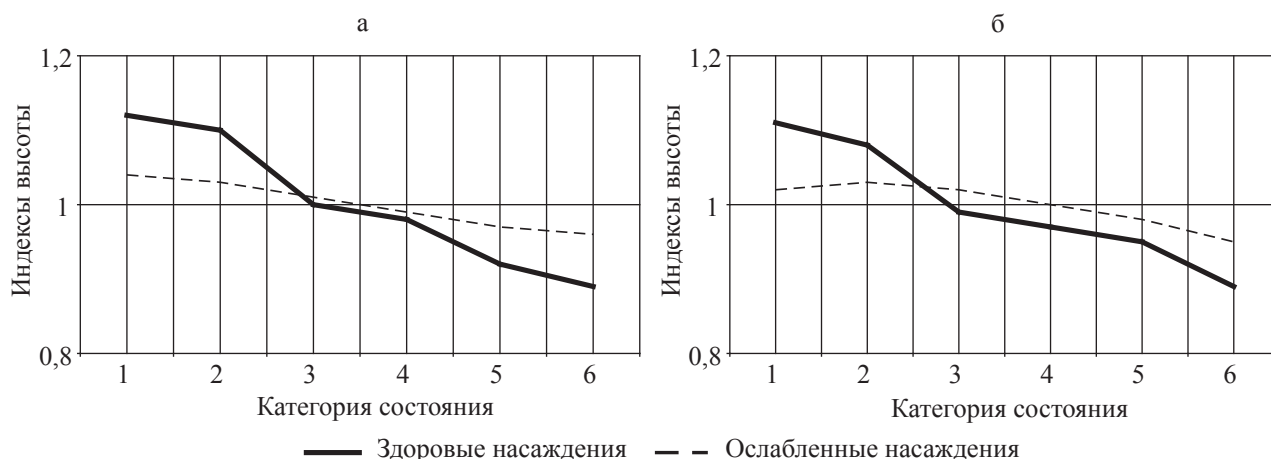


Рис. 1. Соотношение высот и категорий состояния деревьев тополя белого: а) белотопольники среднепойменные; б) белотопольники притеррасные

Fig. 1. the ratio of height and categories of state trees *Populus alba*: а) *Populus alba* in the middle of floodplain; б) *Populus alba* in the terrace

климатических условий, либо наличием патологий. В здоровых насаждениях угнетенные деревья и отпад имеют наименьшие биометрические показатели, поскольку образуются в процессе естественной постепенной дифференциации древостоя по росту. Присутствие в составе отпада крупномерных деревьев высоких ступеней толщины и с высотой выше средней возможно лишь в случае вывала или слома деревьев тополя белого, при наличии серьезных патологий или в случае распада сообщества в перестойных насаждениях.

Мы проанализировали в здоровых и ослабленных белотопольниках разной типологической приуроченности соотношение биометрических показателей деревьев и категорий их состояния. Величина высоты и диаметра выражена в индексах по отношению к средним значениям этих параметров в насаждениях (рис. 1, 2).

По графикам на рисунках видим, что в ослабленных насаждениях по сравнению со здоровыми деревья низших категорий состояния (отпад) имеют более высокие величины биометрических показателей, близкие к средним для насаждений, причем эта тенденция несколько сильнее проявляется в белотопольниках притеррасных. Значительного превышения биометрических показателей отпада по сравнению со средними значениями не наблюдается, и это подтверждает отсутствие признаков распада и каких-либо патологий в насаждениях.

Интегральным показателем роста насаждения является его общий запас. Санитарное состояние древостоя связано с его производительностью в силу того, что ослабление и усыхание деревьев безусловно определяет величину их биометрических показателей. В масштабах древостоя это изменение может быть оценено величиной степени ослабления. Как нами установлено ранее, производитель-

Анализ взаимосвязи общего запаса насаждений тополя белого, их среднего возраста и степени ослабления

Analysis of the relationship in common stock *Populus alba* plants, their average age and degree of attenuation

Коэффициент	Состав, группа типов леса			
	чистые		смешанные	
	Тб сп.	Тб пт.	Тб сп.	Тб пт.
Корреляции множественный, $r_{M \cdot KcpA}$	0,93	0,93	0,80	0,96
Детерминации множественный, $d_{M \cdot KcpA}$	0,87	0,87	0,64	0,92
Корреляции частный, r_{MKcpA}	-0,36	-0,24	-0,38	-0,13
Детерминации частный, d_{MKcpA}	0,13	0,06	0,14	0,02

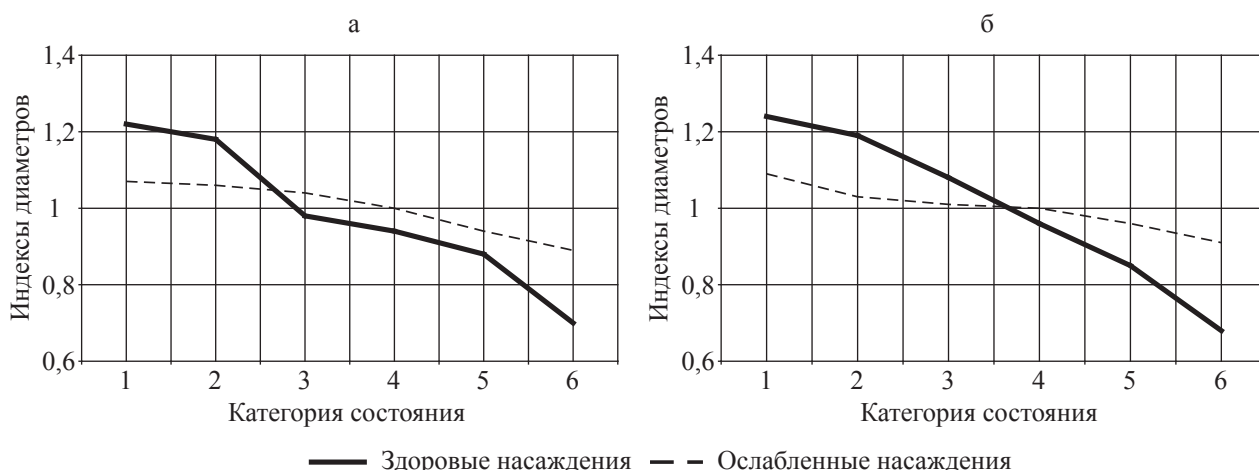


Рис. 2. Соотношение диаметров и категорий состояния деревьев тополя белого: а) белотопольники среднеловинные; б) белотопольники притеррасные

Fig. 2. The ratio of diameters and categories of state trees white poplar: а) *Populus alba* in the middle of floodplain; б) *Populus alba* in the terrace

ность белотопольников также существенно различается в зависимости от их состава [8]. Нами определена величина корреляции степени ослабления насаждений тополя белого и их производительности с учетом возраста в насаждениях разных групп типов леса и состава (табл. 2).

Корреляционный анализ, приведенный в табл. 2, показал, что степень ослабления оказывает невысокое отрицательное влияние на накопление общего запаса в насаждениях (коэффициент корреляции для белотопольников среднеловинных составляет -0,36...-0,38, для белотопольников притеррасных -0,13...-0,24). Вычисленные коэффициенты корреляции являются достоверными на 5 %-ном уровне значимости ($t_{теор5\%} > t_{факт}$). Совместное действие факторов возраста и ослабления насаждений тополя белого гораздо сильнее сказывается

на производительности белотопольников (в 64–92 % случаев), поскольку изменение возраста сильно влияет на изменение запаса и, как установлено выше, в некоторой степени определяет также и степень ослабления. Степень ослабления насаждений как отдельный фактор слабо отражается на изменении производительности древостоев тополя белого (в 2–6 % случаев для белотопольников притеррасных и в 13–14 % – для белотопольников среднеловинных). Таким образом, снижение величины общего запаса насаждений тополя белого лишь отчасти может быть связано с ухудшением санитарного состояния. Существенных различий при анализе взаимосвязи производительности, степени ослабления и возраста в насаждениях чистого и смешанного состава не обнаружено.

Типологическая приуроченность является одним из важнейших факторов, обус-

Зависимость санитарного состояния от состава белотопольевников
The dependence of the sanitary condition of the composition *Populus alba*

Группа типов леса	Средневзвешенная степень ослабления		
	Чистые	Преобладающие спутники	
		клен ясенелистный, вяз обыкновенный	Другие
Тб. сп.	1,469	1,384	1,418
Тб. пт.	1,469	1,408	1,500

ловливающих санитарное состояние насаждений тополя белого, поскольку определяет условия произрастания и зачастую состав сопутствующих пород. Сравнив средневзвешенные по площади величины степени ослабления для разных групп типов леса, устанавливаем, что белотопольевники среднепойменные (степень ослабления 1,403) в санитарном отношении характеризуются лучше, чем белотопольевники притеррасные (степень ослабления 1,475). В целом насаждения обеих групп типов леса являются здоровыми. Некоторая разница в санитарном состоянии вызвана различиями в условиях местопроизрастания. В средней части поймы формируются наилучшие условия для роста тополя белого – среднее проточное затопление продолжительностью 30–35 дней; аллювиально-слоистые и аллювиально-луговые почвы легкого механического состава, обеспечивающие достаточное плодородие и аэрацию корнеобитаемого слоя; превышение над меженным уровнем реки 4,5–5,0 м; наличие больших открытых для освещения пространств на лугу. Для притеррасной части поймы характерны близкое залегание грунтовых вод, зачастую выходящих на поверхность; застойное затопление, лугово-болотные и болотные почвы глинистого или тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Таким образом, оптимальные экологические условия центральной части поймы обуславливают наилучшие не только количественные, но и качественные показатели насаждений тополя белого, в том числе и их санитарного состояния.

Состав существенно сказывается на состоянии насаждений тополя белого, поскольку в значительной мере определяет их

биологическую устойчивость по отношению к негативным эндо- и экзогенным факторам [9–11]. В табл. 3 анализируется взаимосвязь санитарного состояния белотопольевников и их состава. Нами выделены три группы насаждений по составу: чистые; насаждения с доминированием в составе спутников клена ясенелистного и вяза, поскольку именно эти породы чаще сопутствуют тополю белому в обеих группах типов леса и в стадии молодняков являются для него агрессивными конкурентами; белотопольевники с доминированием в составе спутников таких пород, как дуб черешчатый, ольха черная, ива белая, тополь черный (табл. 3).

Степень ослабления чистых по составу белотопольевников выше по сравнению с насаждениями смешанного состава. Это подтверждает широко известные представления о более высокой биологической устойчивости насаждений с более сложным составом и структурой. Клен ясенелистный и вяз являются одними из доминирующих и наиболее часто встречающихся примесей в белотопольевниках. Стадия конкурентной борьбы тополя белого с этими породами заканчивается в возрасте молодняка. В более зрелых насаждениях эти спутники имеют чаще всего подчиненное положение и на ослабление деревьев тополя белого влияния не оказывают. Высокий средневзвешенный коэффициент ослабления в смешанных по составу белотопольевниках притеррасных иллюстрирует ситуацию, когда в насаждении велика доля спутников (4–5 единиц) и значительно их разнообразие (не менее 3–4 пород). Очевидно, причиной этому является комплекс условий произрастания, которые, с одной стороны, не позволяют тополю белому занять достаточно

прочные доминирующие позиции в насаждении, а с другой стороны, обуславливают высокую долю и разнообразие других толерантных пород – ольхи черной, ивы белой, тополя черного.

Выводы

1. На протяжении всей жизни ухудшение санитарного состояния для белотопольников среднепойменных и белотопольников притеррасных в 23,7 % и 14,5 % случаев соответственно вызвано фактором возраста. В зрелых насаждениях конкурентная борьба становится менее напряженной и ослабление древостоев уже в большей мере связано со снижением биологической устойчивости, которое неизменно сопровождает старение белотопольников и определяет ухудшение их санитарного состояния.

2. Состояние деревьев тополя белого обуславливает величину их биометрических параметров. В здоровых белотопольниках угнетенные деревья и сухостой относятся к низшим ступеням толщины и имеют высоту гораздо ниже средней. В ослабленных насаждениях деревья, составляющие отпад, имеют более высокие величины биометрических показателей, близкие к средним для насаждений. В целом соотношение биометрических показателей деревьев и их категорий состояния и в здоровых, и в ослабленных белотопольниках свидетельствует об отсутствии в них серьезных патологий и признаков распада.

3. Степень ослабления насаждений как отдельный фактор слабо отражается на изменении производительности древостоев тополя белого. Совместное действие факторов возраста и степени ослабления в 64–92 % случаев определяет изменение запаса в пойменных белотопольниках.

4. Средневзвешенные величины степени ослабления показывают, что преобладающие доли белотопольников среднепойменных и белотопольников притеррасных могут быть отнесены к здоровым насаждениям. Небольшое превышение средневзвешенной степени ослабления в белотопольниках притеррасных по сравнению с белотопольниками

среднепойменными объясняется отклонением лесорастительных условий в притеррасной части поймы от оптимума, который формируется в центральной части.

5. Состав белотопольников влияет на степень их биологической устойчивости и как следствие отражается на показателях санитарного состояния. Чистые по составу насаждения характеризуются более высокой степенью ослабления по сравнению со смешанными. В притеррасной части поймы высокая доля и разнообразие сопутствующих пород в белотопольниках, по-видимому, свидетельствуют о том, что складывающиеся здесь лесорастительные условия являются не совсем благоприятными для роста тополя белого, и это отражается на высокой степени ослабления насаждений.

Библиографический список

1. Санитарные правила в лесах Российской Федерации / Утверждены Приказом Рослесхоза № 350 от 27.12.2005. – М.: ВНИИЦлесресурс, 2005. – 88 с.
2. Сафронов, А.Н. Санитарное состояние лесных насаждений в пойме Среднего Дона / А.Н. Сафронов // Проблемы пойменного лесоводства в бассейне Дона: Сборник науч. трудов ВНИИЛМ. – М.: ВНИИЛМ, 1995. – 83 с.
3. Танюкевич, В.В. Эколого-мелиоративное состояние осокорников в условиях загрязнения Доно-Аксайской поймы: дис. ... канд. с.-х. наук: 03.00.16 / В.В. Танюкевич. – Новочеркасск, 2004. – 24 с.
4. Анучин, Н.П. Лесная таксация: уч. для ВУЗов – 5-е изд., доп. / Н.П. Анучин. – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 225 с.
5. Руководство по планированию, организации и ведению лесопатологического обследования / Утверждено Приказом Рослесхоза № 523 от 29.12.2007. – М.: ВНИИЦлесресурс, 2007. – 88 с.
6. Турчин, Т.Я. Методические рекомендации по выделению производных типов леса в пойменных лесах бассейна Дона / Т.Я. Турчин. – Вешенская, 1997. – 16 с.
7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд. доп. и перераб. / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
8. Турчин, Т.Я. Ход роста чистых и смешанных насаждений тополя белого в пойме Дона / Т.Я. Турчин, А.С. Загородняя // Лесоведение. – 2013. – № 1. – С. 23–29.
9. Зубкова, Т.И. Большая тополевая стеклянница в условиях Среднего и Нижнего Дона и меры борьбы с ней / Т.И. Зубкова // Сб. научных работ Донской ЛОС. – Вып. III. – М.: Лесная пром-сть, 1970. – С. 56–59.
10. Воронцов, А.И. Патология леса / А.И. Воронцов. – М.: Лесная пром-сть, 1978. – 270 с.
11. Воронцов, А.И. Технология защиты леса / А.И. Воронцов, Е.Г. Мозолева, Э.С. Соколова. – М.: Экология, 1991. – 304 с.

INTERDEPENDENCE OF INVENTORY INDICES
OF WHITE POPLAR PLANTATIONS AND SANITARY CONDITION

Ermolova A.S., ARRISMF "South-European Scientific Research Forest Experiment Station"⁽¹⁾

ale-zavgorodnyaya@yandex.ru

⁽¹⁾ARRISMF "South-European Scientific Research Forest Experiment Station"
346270, Rostov region, Sholokhov district, stanitsa Veshenskaya, Sosnovaya street, 59 "v"

The article studies the relationship between forest inventory indicators and sanitary condition of white poplar floodplain forests. It is noted that the white poplar is one of the most prosperous in the sanitary point of forest-forming species in the river flood plains in the steppe part of the r. Don basin. Current taxation structure description of the white poplar stands was gave. A tendency to deterioration white poplars sanitary conditions with age is characterized. Biometric indicators of trees appropriate to their category status in healthy and weakened white poplar plantations are identified. Attenuation degree low share negative impact on the growing stock accumulation was found, this index has much stronger and more direct effect in joint action with the age factor. Middle floodplain whitepoplars, formed under optimal site conditions for the breed, in the sanitary relation are better characterized than terrace floodplain whitepoplars. Generally, the predominant area in the both groups of forest types is classified as healthy. The influence of the white poplar composition to their healthiness analyzed, while divided into three categories stands: stands of pure composition, stands with dominance in the composition as impurities ash-leaved maple and elm ordinary and with an admixture of other breeds, such as the pedunculate oak, black alder, willow white, black poplar. It is determined that pure composition plantations have a higher degree of attenuation in comparison with mixed plantations. However, a large proportion and variety of accompanying species in the composition of a large part of white poplars in the terrace part of the flood plain indicates the specificity of site conditions, which cause a weakening of the terrace floodplain whitepoplars of mixed composition.

Key words: sanitary condition, floodplain whitepoplars, attenuation degree, biological sustainability, age, biometrics, growing stock, middle floodplain whitepoplars, terrace floodplain, whitepoplars

References

1. *Sanitarnye pravila v lesakh Rossiyskoy Federatsii* [Sanitary rules in forests of the Russian Federation]. Moscow, VNIITslesresurs, 2005. 88 p.
2. Safronov A.N. *Sanitarnoe sostoyanie lesnykh nasazhdeniy v poyme Srednego Dona* [The sanitary condition of forest plantations in the floodplain of the Middle Don]. *Problemy poymennogo lesovodstva v bassejne Dona* [Problems of floodplain forest in the basin of the Don: Collection of Scientific] Collection of Scientific. VNIILM works. Moscow, VNIILM, 1995. 83 p.
3. Tanyukevich V.V. *Ekologo-meliorativnoe sostoyanie osokornikov v usloviyakh zagryazneniya Dono-Aksayskoy poymy*: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk [Ecological and reclamation condition in a dirt osokornikov Dono-Aksay floodplain: Author. Dis. ... Cand. agricultural Sciences]. Novocheboksarsk, 2004. 24 p.
4. Anuchin N.P. *Lesnaya taksatsiya* [Forest inventories]. Moscow, Forest Industry, 1982. 225 p.
5. *Rukovodstvo po planirovaniyu, organizatsii i vedeniyu lesopatologicheskogo obsledovaniya* [Guidelines for the planning, organization and management of forest pathology survey]. Moscow, VNIITslesresurs, 2007. 88 p.
6. Turchin T.Ya., *Metodicheskie rekomendatsii po vydeleniyu proizvodnykh tipov lesa v poymennykh lesakh basseyna Dona* [Guidelines on the allocation of forest types of derivatives in the floodplain forests of the Don basin]. Veshenskaya, 1997. 16 p.
7. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of field experience (with the fundamentals of statistical processing of the results of research)]. Moscow, Agropromizdat, 1985. 351 p.
8. Turchin T.Ya., Zavgorodnyaya A.S. *Khod rosta chistyykh i smeshannykh nasazhdeniy topolya belogo v poyme Dona* [Growth of pure and mixed stands of poplar white in the floodplain of the Don]. Forest Science. 2013. pp. 23-29.
9. Zubkova T.I. *Bol'shaya topolevaya steklyannitsa v usloviyakh Srednego i Nizhnego Dona i mery bor'by s ney [Sesia apiformis in terms of the Middle and Lower Don and the response to it]*. Collection of scientific work of the Don VOCs. Vol. III. Moscow, Forest Industry, 1970. pp. 56-59.
10. Vorontsov A.I. *Patologiya lesa* [Forest Pathology]. Moscow, Forest Industry, 1978. 270 p.
11. Vorontsov A.I., Mozolevskaya E.G., Sokolova E.S. *Tekhnologiya zashchity lesa* [The technology of forest protection]. Moscow. Ecology, 1991. 304 p.