

УДК 630.85:630.431.6

UDC 630.85:630.431.6

ПРОЧНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЖАРА

STRENGTH OF PINE WOOD AFTER A FIRE IMPACT

Курьянова Татьяна Казимировна
к.т.н., доцент

Kuryanova Tatyana Kazimirovna
Cand.Tech.Sci. associate professor

Платонов Алексей Дмитриевич
д.т.н., доцент

Platonov Aleksey Dmitrievich
Dr.Sci.Tech., associate professor

Макаров Александр Васильевич
соискатель

Makarov Alexandr Vasilyevich
applicant for degree

Снегирева Светлана Николаевна
к.б.н.

Snegireva Svetlana Nikolaevna
Cand.Biol.Sci.

Чеботарёв Владимир Викторович
к.с.-х.н., доцент
Воронежская государственная лесотехническая академия, Воронеж, Россия

Chebotaryov Vladimir Viktorovich
Cand.Agr.Sci. associate professor
Voronezh State Academy of Forestry and Technologies, Voronezh, Russia

В статье представлены результаты исследования изменения технических свойств древесины сосны после повреждения пожаром

The article presents the results of the research of the changes in the technical properties of a pine wood after fire damages

Ключевые слова: ПОЖАР, ДРЕВЕСИНА, СОСНА, ПРОЧНОСТЬ, КАЧЕСТВО, ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, СТРУКТУРА

Keywords: FIRE, WOOD, PINE, STRENGTH, QUALITY, TECHNICAL PROPERTIES, STRUCTURE

Одним из основных вопросов исследования горельников является вопрос о техническом качестве древесины, поврежденной пожаром, и возможности использования её как конструкционного материала.

Прочность древесины тесно связана со строением ствола дерева и обусловлена свойствами вещества, образующего древесину. Древесина представляет собой продукт жизнедеятельности живого организма. Как биологический объект древесина имеет сложное анатомическое строение и химический состав.

Уже в растущем дереве древесина на 90-95 % состоит из мертвых клеток с отмершим протопластом и представляет жесткий каркас (скелет), образованный из ориентированных в аксиальном и радиальном направлениях пустотелых клеточных стенок. Древесина (древесинное вещество) – это вещество клеточных стенок. Клеточная стенка имеет сложное слоистое строение и условно, с учетом направления микрофибрилл, разделяется на

первичную и вторичную оболочку. Вторичная оболочка со стороны полости клетки слоями из целлюлозных микрофибрилл откладывается на первичную оболочку.

Древесина в основном состоит из органических веществ (около 99 %) и лишь около 1 % составляют минеральные вещества. Основные органические компоненты древесины высокомолекулярные полимеры (ВМС), которые в древесине между собой прочно связаны. Поэтому древесину можно рассматривать как полимерный композиционный материал. Органические вещества древесины подразделяются на три основных части: углеводную, ароматическую и экстрактивные вещества.

Углеводная часть хвойных пород составляет около 70 % и состоит из основного компонента древесины – целлюлозы, организованную в микрофибриллы, которые в клеточной стенке выполняют главным образом механическую функцию. К углеводам также относятся различные нецеллюлозные полисахариды – гемицеллюлозы (гексаны и пентозаны). Углеводная часть – это гидролизуемые вещества. По способности к гидролизу подразделяются на легкогидролизуемые полисахариды – это гемицеллюлозы – целлюлоза.

Ароматическая часть – лигнин, это высокомолекулярное соединение (полифенол), представляет собой аморфный полимер со сложной структурой организации. Лигнин придает клеточным стенкам древесины механическую прочность и снижает гидрофильность. После пропитки лигнином происходит одревеснение клеточных стенок.

К экстрактивным веществам относятся все вещества, которые можно извлечь из древесины различным способом. По способу выделения они разделяются на вещества летучие с паром (эфирные масла) – это терпены и их производные, растворимые в органических растворителях. Эту группу условно называют «смолой» (жиры, воски, фитостерины, фенольные соединения, смоляные кислоты и др.); растворимые в воде (холодной или горячей) – это таннины (дубильные вещества), красители, водорастворимые

соли, крахмал, камеди, пектиновые вещества и др. Несмотря на малую массовую долю в древесине экстрактивные вещества играют важную роль в жизни и имеют большое значение в химической технологии древесины.

В структурном отношении все слои клеточной стенки имеют одинаковое строение. Каждый слой – это двухфазная система, в которой организованная микрофибриллярная фаза, составляющая скелет каждого слоя, погружена в аморфный матрикс, заполняющий промежутки между микрофибриллами. Таким образом, древесинное вещество – ароматизированная биополимерная композиция, состоящая из фибриллярной целлюлозной арматуры и аморфного лигноцеллюлозного матрикса.

Стенки соседних клеток жестко склеены между собой межклеточным веществом – это 60-90 % лигнин, гемицеллюлозы, пектин и небольшое количество кремния и других минеральных веществ.

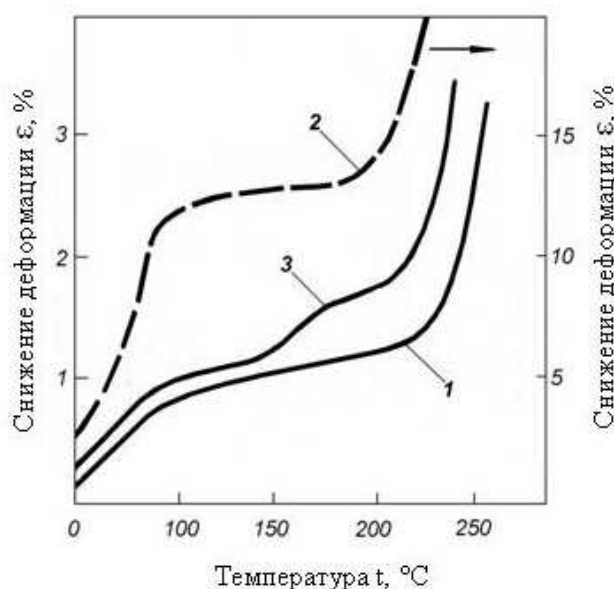
Под воздействием различных факторов древесина, как биополимерная композиция претерпевает различные существенные изменения. Эти изменения по своей природе являются химическими, структурными и физико-механическими.

Воздействие пожаров на древесину – это нагрев древесины высокой температурой, что вызывает, прежде всего, термическую деструкцию компонентов древесины. Кроме прогрева на термическое разложение и структурное изменение в древесине влияют и другие факторы. Прежде всего, это содержание в древесине воды, её распределение и состояние, продолжительность воздействия высокой температуры, давление образованное при вскипании воды.

При пожаре в древесине древостоев высокое содержание влаги (в сосне около 80 %) и при высокой температуре происходит пропарка, это вызывает гидролитическую деструкцию древесного комплекса. При этом частично разрушаются связи в самом лигнине и лигнина с гемицеллюлозами, что приводит к увеличению деформируемости клеточных стенок. При пропарке происходит частичное разрушение водородных связей и хи-

мические изменения древесинного вещества, обусловленные термогидролитической деструкцией. При этом часть гемицеллюлоз и пектиновых веществ переходят в раствор. В результате чего вещества, составляющие древесину, размягчаются, и древесина становится более деформируемой, особенно при приложении скалывающих усилий.

Термогидролитическая деструкция древесины, происходящая при пропарке, у высушенной древесины не исчезает, что видно по кривым рисунка 1. Термомеханическая кривая высушенной после пропарки древесины (кривая 3) не совпадает с кривой 1 [2].



1 – абсолютно сухой исходной; 2 – пропаренной при влажности 50 %;
3 – пропаренной и высушенной

Рисунок 1. Термомеханические кривые образцов древесины сосны при сжатии поперёк волокон

Цель работы определение изменения в динамике прочности древесины сосны после пожара.

Методика проведения исследований

Испытания приведены на древесине сосны взятой сразу после пожара в сентябре и октябре месяцах 2010 года и на древесине сосны взятой в марте и октябре 2011 года. Была определена плотность древесины, прочность на сжатие вдоль волокон, статический изгиб и скалывание в танген-

циальном и радиальном направлениях, с учетом места положения древесины в стволе (комлевая, срединная и вершинная часть).

Для определения этих показателей образцы для исследований изготавливались из деревьев среднего диаметра каждого квартала. Из каждого дерева вырезали срезы по высоте ствола: у комлевой части и на высоте 6 и 12 м. Из каждого среза образцы изготавливали по радиусу: в центре, середине ($0,5R$) и периферии (R). Перед испытаниями образцы выдерживались до влажности близкой до нормализованной влажности, с последующим пересчетом показателей на 12 % влажность. Исследования проводились согласно ГОСТам на эти виды испытаний.

Результаты исследования

Ранее [4, 5] были проведены исследования по оценке технических свойств древесины сосны, подвергшейся пожарам. Исследования проводились по определению плотности, твердости древесины, распределению влажности в заболони и изменению в микроструктуре древесины и её смолообразующем аппарате [5].

В данной статье приводятся результаты исследования прочности древесины сосны после воздействия пожара с учетом вида пожара и в динамике времени после пожара. Определялась прочность древесины на сжатие вдоль волокон, места положения древесины в стволе (комлевая, срединная и вершинная часть), статический изгиб, скалывание в тангенциальном и радиальном направлениях. Испытания приведены на древесине сосны взятой сразу после пожара в сентябре и октябре месяцах 2010 года из квартала № 49 - слабый низовой пожар, и на древесине сосны взятой в марте и октябре из кварталов № 45, 93, 99, где прошел сильный низовой пожар.

Результаты исследований представлены на рисунках 2 - 6.

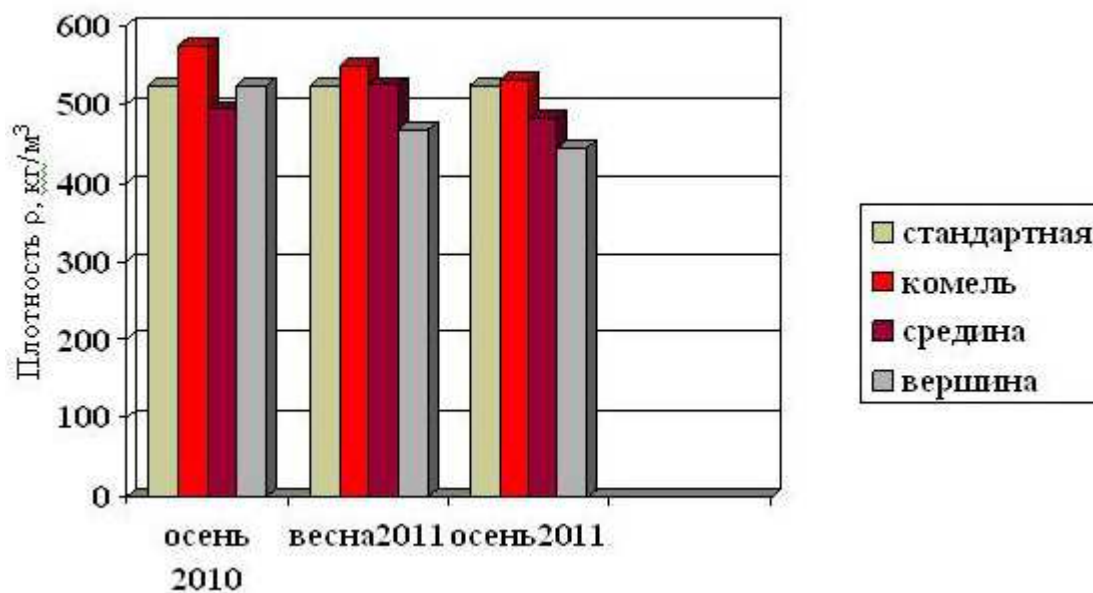


Рисунок 2. Изменение плотности древесины сосны в различной части ствола после повреждения пожаром

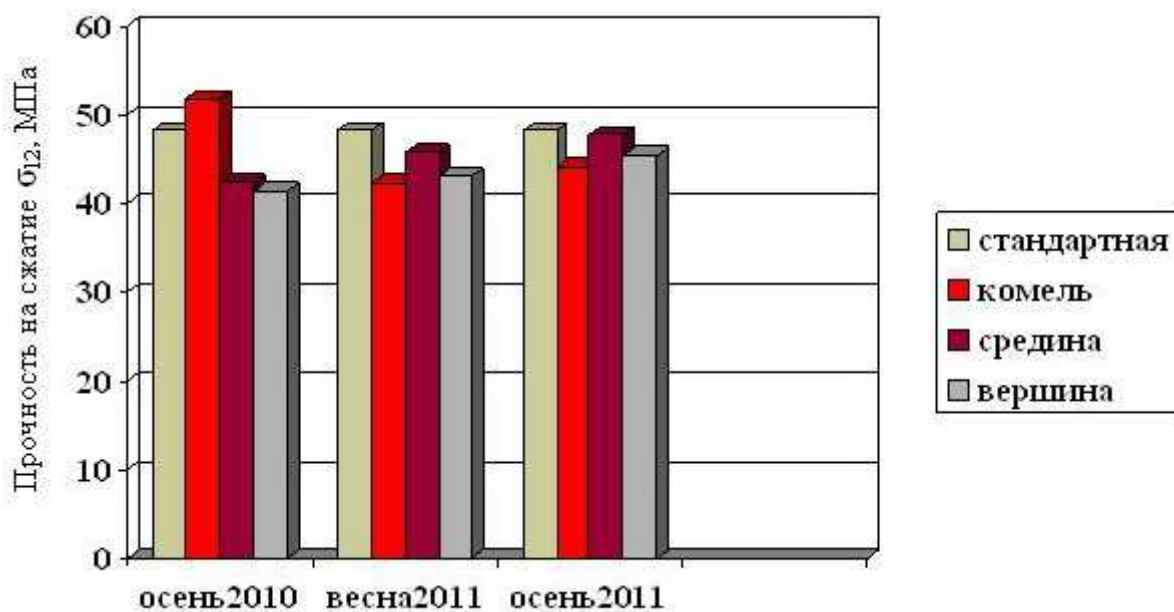


Рисунок 3. Изменение прочности древесины сосны на сжатие вдоль волокон в различной части ствола

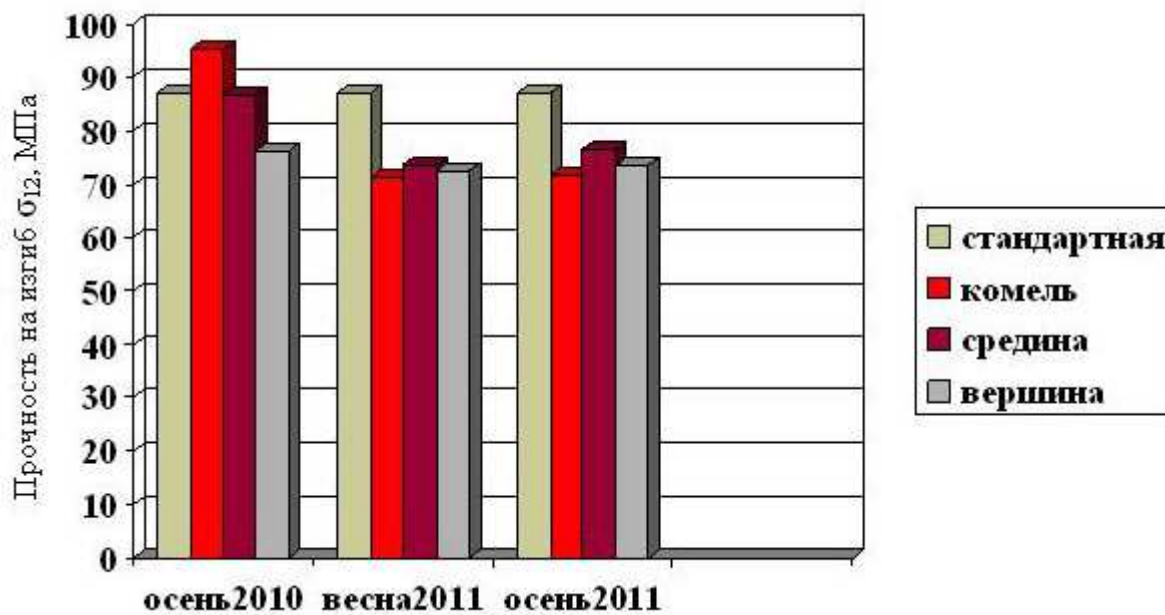


Рисунок 4. Изменение прочности древесины сосны на изгиб различной части ствола

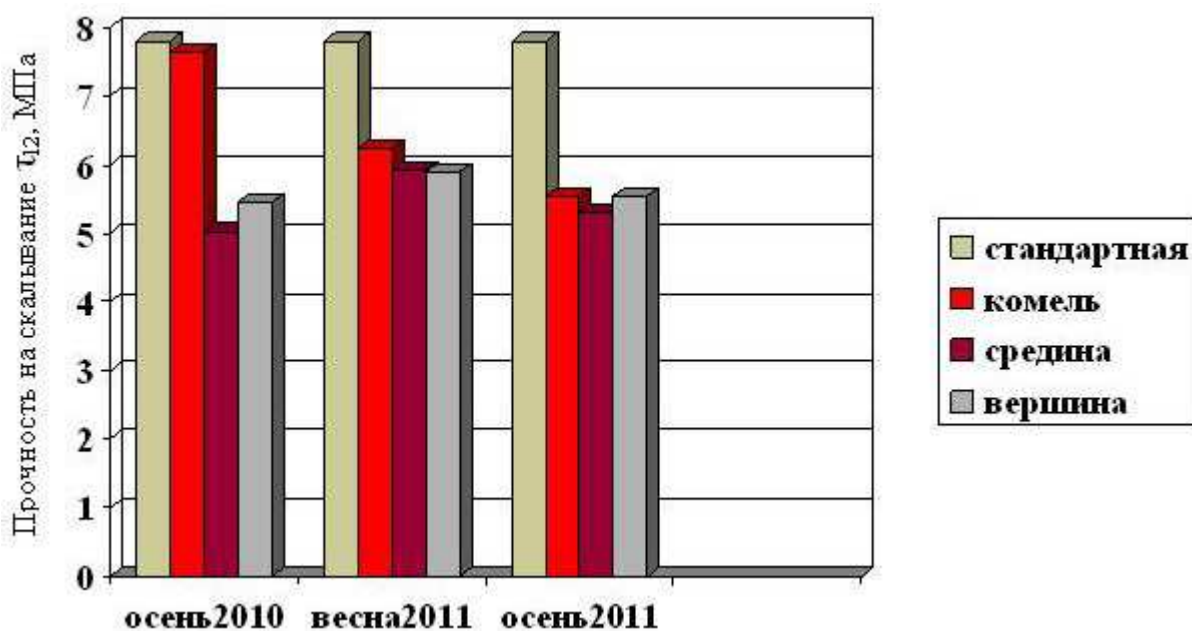


Рисунок 5. Изменение прочности древесины сосны на скалывание в тангенциальной плоскости в различной части ствола

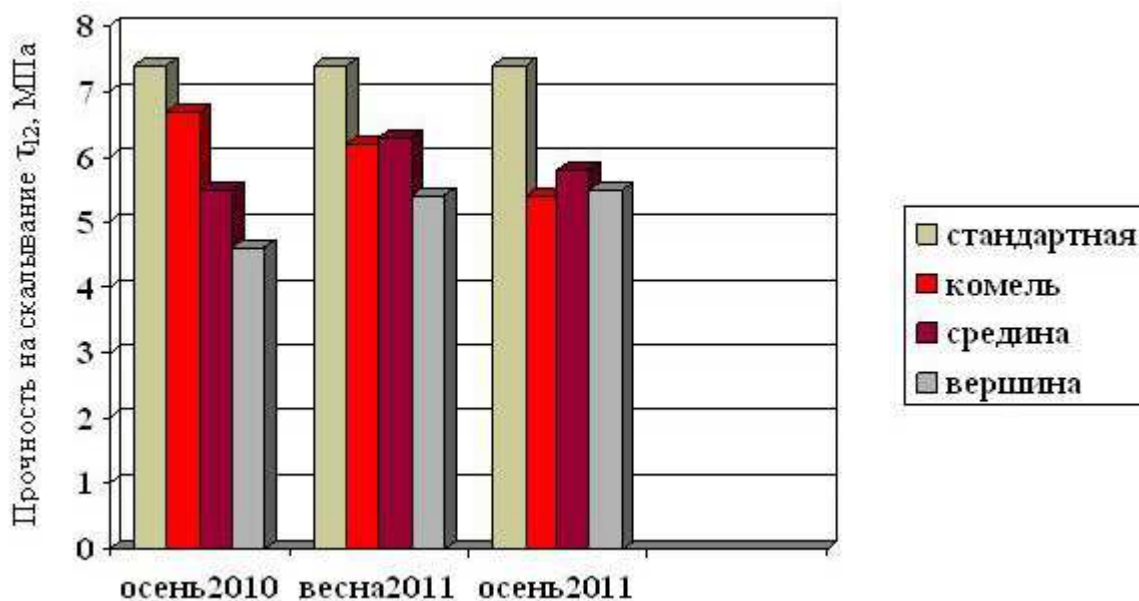


Рисунок 6. Изменение прочности древесины сосны на скалывание в радиальной плоскости в различной части ствола

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы, древесина сосны через 37 месяцев после низового пожара почти полностью сохраняет физико-механические свойства. Несколько завышенная плотность комлевой части объясняется тем, что при пожаре были разрушены смоляные ходы, и смола истекла вниз. Изменение показателей прочности и плотности по высоте ствола носят закономерный характер. Эти показатели уменьшаются от комля до кроны, приблизительно на 1,5 % на 1 метр.

При сильном низовом пожаре (кварталы № 45, 93 и 99) и по истечении 8-15 месяцев от времени пожара древесина претерпела различные изменения. Наблюдаются структурные изменения микростроения, разрушаются сердцевинные лучи, смоляные ходы, окаймленные поры трахеид, что приводит к большому засмолению древесины и увеличению плотности в комлевой части ствола [5]. Но на свежей смоле развивается гриб *Biatorella resinae Mudd*, который поражает древесину, тем самым снижает её плот-

ность и качество. Изменяется влажность заболони, которая резко уменьшается до высоты 3 м, а затем увеличивается вплоть до кроны, где влажность составляет 140 %.

Плотность комлевой части ещё остается несколько выше стандартной. Средняя же плотность по стволу в марте 2011 г почти соответствует стандартной, но в ноябре 2011 г уже несколько снижается – на 7 %.

Механическая же прочность древесины снижается, но по-разному в зависимости от вида нагрузки. Наибольшее снижение наблюдается при скалывании вдоль волокон, как в тангенциальном, так и в радиальном направлении. Снижение составляет 26-30 %. Снижение прочности при статическом изгибе составляет 15-16 %. Менее всего снижается прочность при сжатии вдоль волокон на 5-9 %. Изменение всех показателей и плотности, и прочности через 15 месяцев почти не отличаются от этих же показателей, которые произошли через 8 месяцев.

Наблюдается изменение в закономерности уменьшения прочности древесины по высоте ствола. После воздействия пожара, при высокой температуре и влажности древесины, т.е. после пропарки её, прочность комлевой части снижается при всех видах испытаний. Снижение качества наиболее ценной комлевой части ствола объясняется тем, что эта часть дерева наиболее долго подвергалась воздействию пожара. То-есть, длительная пропарка, комлевой части вызвала необратимые термическое разложение и термогидролитическую деструкцию этой древесины. Кроме того, в этой части почти сразу появилось грибное повреждение, что также снижает прочность. Разрушение в микростроении древесины также наиболее заметны в этой части древесины.

Выводы

Проведенные исследования позволяют обосновать некоторые рекомендации по использованию древесины сосны после воздействия пожаров. Как конструкционный материал эта древесина по истечению 15 месяцев после пожара может быть использована. Но комлевую часть на высоте 1,5-2 м необходимо удалить. Она может быть использована для углежжения, на дрова и т. д.

Не рекомендуется использовать эту древесину при скалывающих видах нагрузки. Для сохранения прочности и качества перед использованием эту древесину необходимо высушить при температуре не ниже 45 °С.

Литература

1. Демаков, Ю. П. Лесоводство. Ведение хозяйства в лесах пораженных пожарами: Учебное пособие. / Ю. П. Демаков, К. К. Калинин. / Йошкар-Ола 2003. – МарГТУ, ОПШ МарГТУ – 135 с.
2. Леонович, Н.Н. Химия древесины / Н.Н. Леонович, А.В. Оболенская. – М.: Лесная пром-сть. 1988. – 150 с.
3. Мелехов, С. И. Влияние пожаров на лес /С.И. Мелехов. - М.-Л. Гос. лесотехн. изд-тво. 1948. – 126 с.
4. Оценка состояния древостоев после лесного пожара 2010 года на территории УОЛ ВГЛТА / Т.К. Курьянова, А.Д. Платонов, Н.Е. Косиченко и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №06(70). С. 377 – 387. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0204. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/06/pdf/27.pdf>, 0,688 у.п.л.
5. Влияние вида пожара на структуру и качество древесины сосны / Т.К. Курьянова, А.Д. Платонов, Н.Е. Косиченко и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №10(74). С. 785 – 798. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/10/pdf/69.pdf>, 0,875 у.п.л.