

## РУБКИ УХОДА В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Плужников А.А.<sup>1</sup>, Бухонова Н.М.<sup>2</sup>, Славский В.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГКВОУ ВПО ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Россия (394064, Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54/а),  
e-mail: pluzhnikov.alex@yandex.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», Воронеж, Россия (394087, Воронеж, ул. Тимирязева, д. 8), e-mail: maestro7777@list.ru

<sup>3</sup>ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», Воронеж, Россия, (394087, Воронеж, ул. Тимирязева, д. 8), e-mail: vasiliy1980@mail.ru

---

В статье выполнена оценка санитарного состояния и биологической устойчивости сосновых насаждений возрастом от 41 до 130 лет, произрастающих на территории Савальского, Теллермановского и Пригородного лесничеств Воронежской области. В ходе полевых работ было заложено 80 пробных площадей, исследование которых выявили закономерности изменения состояния и продуктивности насаждений в зависимости от возраста, бонитета и условий произрастания. На основе анализа результатов оценки жизненного состояния древостоев определена зависимость между степенью ослабления насаждения и величиной его запаса, используемого для расчета средообразующих функций. Получено обоснование проведения рубок ухода в лесах защитной категории с целью повышения экологического потенциала насаждений вплоть до возраста спелости. Расчеты себестоимости (текущие затраты), капитальные вложения, а также величина чистого дисконтированного дохода свидетельствуют о положительном экономическом эффекте проводимых лесохозяйственных мероприятий.

---

Ключевые слова: сосновые насаждения, санитарное состояние, средообразующие функции, рубки ухода.

## FELLINGS OF CARE IN PINE PLANTATIONS OF VORONEZH REGION AND THEIR ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFECT

Pluzhnikov A.A.<sup>1</sup>, Bukhonova N.M.<sup>2</sup>, Slavskiy V.A.<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Federal Military Government State-owned institutions of higher education Military Training and Research Center of the Air Force «Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin», Voronezh, Russia (394064, Voronezh, st. Old Bolsheviks, 54/a),  
e-mail: pluzhnikov.alex@yandex.ru

<sup>2</sup>Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education «Voronezh State Academy of Forestry and Technologies», Voronezh, Russia (394087, Voronezh, Timiryazeva st, 8), e-mail: maestro7777@list.ru

<sup>3</sup>Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education «Voronezh State Academy of Forestry and Technologies», Voronezh, Russia (394087, Voronezh, Timiryazeva st, 8), e-mail: vasiliy1980@mail.ru

---

In the article estimated sanitary condition and biological stability of pine plantations age from 41 to 130 years, growing in the Savalsky, Tellerman and Suburban forestry of Voronezh region. During the field work was laid 80 test areas research which revealed patterns of change of the status and productivity of plantations, depending on age, site quality and growth conditions. Based on analysis of results of the evaluation of the vital state stands was determined between the degree of weakening planting and magnitude of its reserves, used to calculate the environmental functions. Received justification conducting fellings of care in forests protective category to improve the environmental potential of plantations up to the age of maturity. Cost calculations (current expenses), capital investments, and also value of net present evidence of the positive economic impact of conducted forest management activities.

---

Key words: pine plantations, sanitary condition, environmental functions, fellings of care.

**Введение.** Рубки ухода – основной вид ухода за лесом путем изреживания древостоев в целях создания благоприятных условий для роста оставляемых деревьев, лучшего формирования стволов и увеличения их прироста, улучшения качества древесины и, в конечном счете, выращивания древостоя заданного назначения [1].

В сосновых насаждениях Воронежской области решение задач лесоводственного ухода без использования рубок крайне затруднено или невозможно. С учетом того, что все леса на территории этого субъекта Российской Федерации относятся к категории защитных, решение данных задач, в первую очередь, направлено на улучшение состояния сосновых лесов и повышение их средообразующих функций, а также формирование насаждений, устойчивых к внешним неблагоприятным воздействиям (ветру, снегу, насекомым, грибным заболеваниям, пожарам и т. д.) [6].

Исследования проводились при непосредственной финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в соответствии с грантом по теме 2014/20 «Исследование средообразующей роли лесных насаждений Воронежской области и разработка методов ускоренного выращивания и создания плантационных культур основных лесообразующих пород на основе биотехнологий и биотехнических средств».

**Целью** исследования является эколого-экономическая оценка эффективности рубок ухода, направленных на повышение экологического потенциала сосновых насаждений Воронежской области на основе изучения их санитарного состояния, выявления закономерностей изменения продуктивности и средообразующих функций.

**Объект и методы исследования.** Объектом исследований, проведенных в 2009–2012 гг., являются высокопродуктивные (I и II классов бонитета) сосновые насаждения преимущественно искусственного происхождения возрастом от 41 до 130 лет. Всего в ходе полевых работ было заложено 80 пробных площадей (ПП). ПП 1–40 были заложены на территории Савальского участкового лесничества, еще по 16 ПП в Полянском (ПП 62-77) и Костино-Отдельском (ПП 46-61) участковых лесничествах. Эти три участковых лесничества административно входят в состав одного из самых крупных лесничеств восточной части Воронежской области – Савальского. На территории Левобережного участкового лесничества Пригородного лесничества заложено 5 ПП (ПП 41-45) и еще 3 ПП (ПП 78-80) – в Хоперском участковом лесничестве Теллермановского лесничества.

Группировка всего исходного материала была выполнена по классам бонитета с учетом типа лесорастительных условий. Учитывая, что сосновые насаждения на пробных площадях представлены в основном культурами, большого разнообразия типов леса в них не встречалось. Условиям свежей субори ( $B_2$ ) соответствовал один из самых распространенных типов леса в Воронежской области – сосняк травяной с дубом ( $C_{дmp}$ ). В боровых условиях ( $A_2$ ), характеризующихся относительно бедными почвами, основным типом леса был сосняк разнотравный ( $C_{mp}$ ).

На первом этапе исследования выполнена оценка степени ослабления насаждений и нарушения их биологической устойчивости в соответствии с действующими методиками, определена динамика состояния и продуктивности сосняков в зависимости от возраста [3].

При определении средообразующих функций сосновых насаждений применялось несколько методик, в качестве исходных данных для которых использовался объем фитомассы (общий и по фракциям), рассчитанный по рекомендациям В. В. Успенского [4].

Поглощение углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) и выделение кислорода ( $\text{O}_2$ ) рассчитано по методике С. В. Белова, в основе которой лежит формула, характеризующая процесс фотосинтеза растений. Выделение сосновыми насаждениями биологически активных веществ определялось по методике В. В. Протопопова, объем пылезадержания – по методике Л. К. Позднякова, причем обе методики использовались с уточнениями В. В. Успенского для сосняков Центрально-Черноземного региона [4].

Далее осуществлялось назначение лесных насаждений для проведения рубок ухода, исходя из лесоводственной потребности в них. Экономическая эффективность рубок оценивалась по прогнозируемому объему чистого дисконтированного дохода, экологическая – повышению средообразующей роли обследуемых лесов.

**Результаты исследования и их обсуждение.** При оценке насаждений I класса бонитета выявлено, что на всей обследуемой территории свежего бора ( $A_2$ ), составляющей 29,2 га, преобладает легкая степень нарушения биологической устойчивости. В сосновых насаждениях I класса бонитета, произрастающих в условиях свежей субори ( $B_2$ ), ослабленные занимают 90,1 га (78,0 % площади свежей субори с I классом бонитета), сильно ослабленные – 25,4 га (22,0 %). Нарушение биологической устойчивости легкой степени отмечено на площади 70,1 га (60,7 %), средней – на 45,4 га (39,3 %), а сильной отсутствует.

В сосновых насаждениях II класса бонитета, произрастающих в условиях свежего бора ( $A_2$ ), ослабленные занимают 82,7 га (34,5 %), сильно ослабленные – 156,7 га (65,5 %). Нарушение биологической устойчивости легкой степени наблюдается на территории 86,4 га (36,1 %), средней – на 126,0 га (52,6 %), сильной – на 27,0 га (11,3 %). В аналогичных древостоях, произрастающих в условиях свежей субори ( $B_2$ ), ослабленные занимают 129,7 га (38,1 %), сильно ослабленные – 180,8 га (53,1 %), усыхающие – 30,0 га (8,8 %). Нарушение биологической устойчивости легкой степени наблюдается на площади 101,6 га (29,8 %), средней – на 165,9 га (48,7 %), сильной – на 73,0 га (21,5 %).

О возрастной динамике состояния сосняков свидетельствует распределение запаса деревьев в каждой группе возраста по категориям санитарного состояния (рисунок 1).

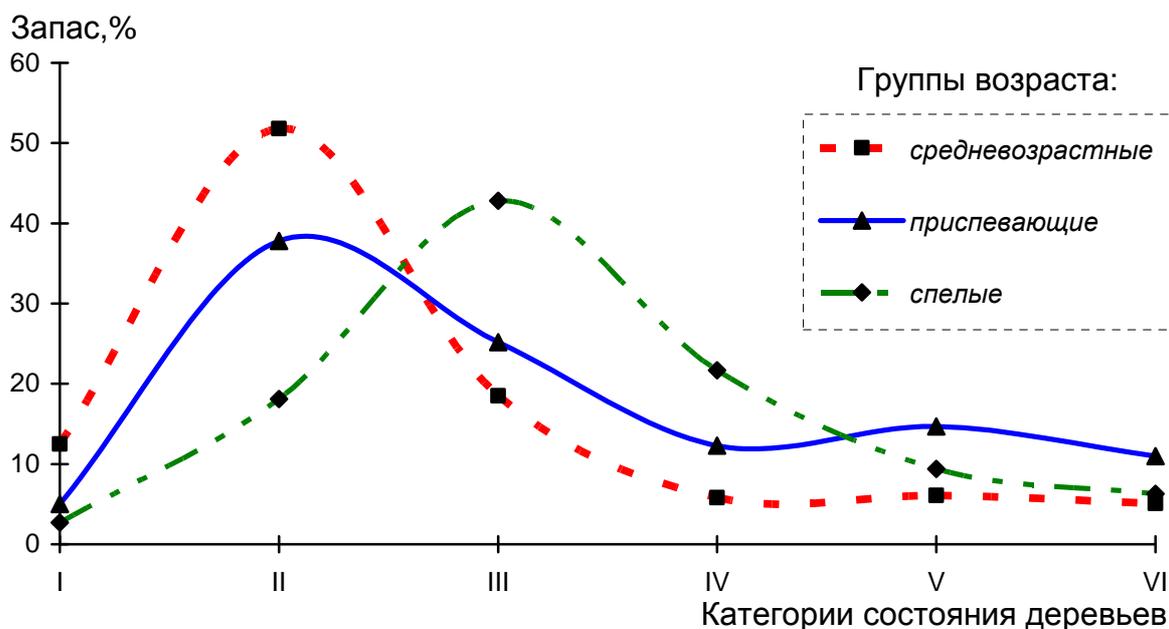


Рисунок 1. Распределение древесного запаса по категориям состояния в насаждениях I–II класса бонитета в зависимости от возраста

В средневозрастных насаждениях деревья, попадающие в категорию «без признаков ослабления», имеют наибольший процент от общего запаса по сравнению с остальными возрастными группами – 12,5 %. С увеличением возраста их доля неизбежно снижается, достигая минимальных значений в спелых насаждениях. При переходе древостоев из одной возрастной группы в другую доля ослабленных деревьев снижается на 15–20 %, а сильно ослабленных, наоборот, увеличивается, достигая максимума в спелых насаждениях. Запас сухостойных деревьев не имеет четкой вышеупомянутой закономерности и во всех возрастных группах варьирует в размере 7–15 %.

Сравнительная количественная оценка средообразующих функций исследуемых насаждений произрастающих в свежем бору показала, что выполняемый ими средневзвешенный годовой объем поглощения углекислого газа (без учета разделения на группы возраста и полноты) составил 3,66 т/га, выделения в атмосферу кислорода и биологически активных веществ – 2,77 и 0,19 т/га соответственно, пылезадержания – 3,41 т/га.

Объем средообразующих функций выполняемый сосновыми насаждениями, произрастающими в свежей субори, имел несколько другой вид и составил 3,78 т/га по поглощению углекислого газа, 2,86 т/га по выделению в атмосферу кислорода и 0,19 т/га – биологически активных веществ, 3,48 т/га по пылезадержанию. При этом, вне зависимости от лесорастительных условий, наблюдается снижение средообразующих функций при переходе от средневозрастных древостоев к спелым.

Различие между средневозрастными и спелыми насаждениями по объему выделения кислорода и поглощению углекислого газа в среднем варьирует в пределах 22–30 %.

Изменение объема выделения биологически активных веществ с возрастом снижается не столь резко и составляет 10–15 %. Пылезадерживающая способность постепенно уменьшается с возрастом и за период жизни растений от средневозрастных до спелых происходит снижение продуктивности на 40-50 %.

Однако в предложенных методиках В. В. Успенского расчет основных средообразующих функций насаждений производится без учета их санитарного состояния. Между тем объем средообразующих функций в ослабленных насаждениях будет отличаться от насаждений, попадающих в категорию сильно ослабленных или усыхающих, поскольку средний годичный прирост и процент древесного отпада напрямую связаны с состоянием древостоя, а запас насаждения, приходящийся на сухостой, и вовсе имеет нулевую биологическую продуктивность [7].

На основе параметров, используемых для определения жизненного состояния сосны обыкновенной, было найдено уравнение, выражающее долю эффективно функционирующей биомассы относительно общего запаса насаждения. За основу была взята закономерность, согласно которой с ухудшением категорий состояния уменьшается не только величина прироста, но и соответственно объем производимых средообразующих функций, а сухостойные насаждения не выделяют кислорода и биологически активных веществ.

Установленные вышесказанные закономерности и значения выведенных формул графически представлены на рисунке 2.

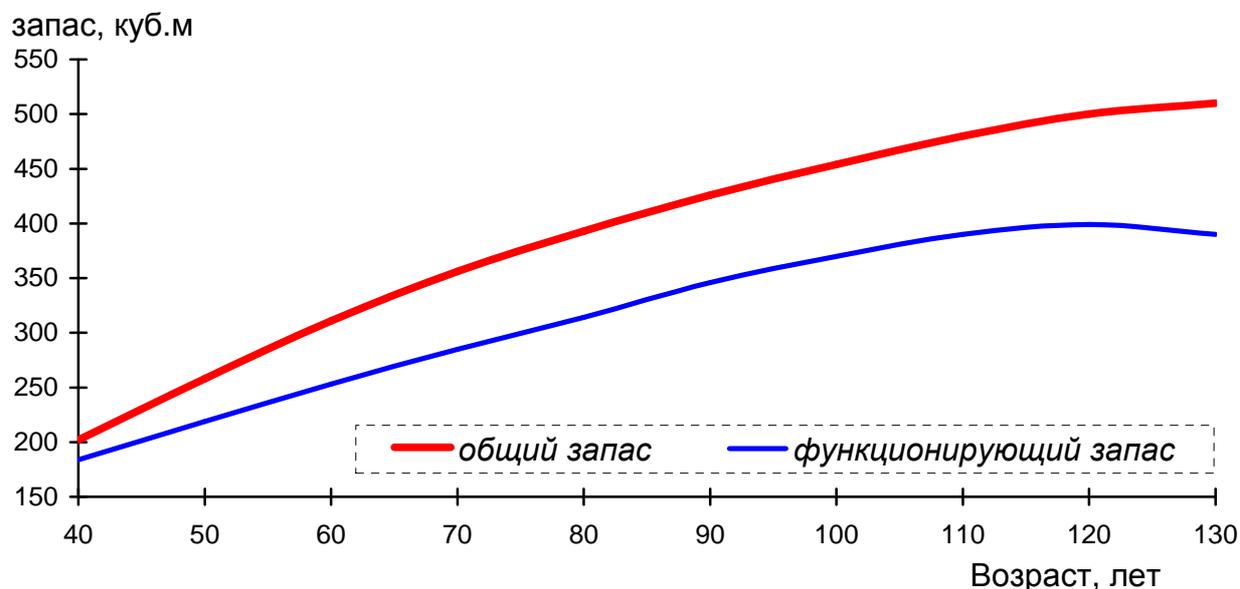


Рисунок 2. Динамика древесного запаса в зависимости от возраста и санитарного состояния насаждений при относительной полноте 1,0

На рисунке 2 показано, что количество функционирующего запаса ежегодно снижается в сравнении с общим запасом на 1 га. В средневозрастных насаждениях эти разли-

чия менее заметны, чем в спелых, поскольку ухудшение санитарного состояния не приводит к сиюминутному снижению прироста. Кроме того, более молодые деревья сильнее склонны к восстановлению и имеют большой запас жизненной прочности. Древесный запас, влияющий на средообразующие функции, всегда будет меньше общего запаса древостоя, и его санитарное состояние должно в обязательном порядке учитываться при оценке средообразующих функций.

Поскольку основным целевым назначением защитных лесов является выполнение комплекса прижизненных полезных природных функций, то первостепенным моментом является оценка эффективности проведенных в них рубок ухода с экологической и экономической точек зрения.

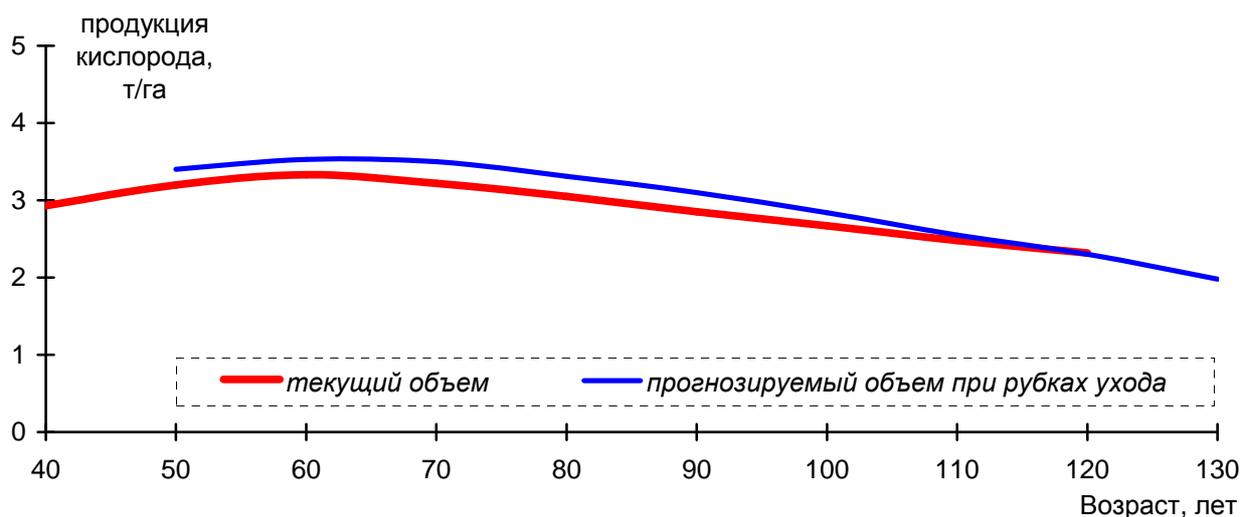
Экологическая оценка хозяйственной деятельности предопределяет увеличение продуктивности и улучшение состояния насаждений [5]. Положительный экономический эффект при рубках ухода связан с заготовкой древесного сырья (прореживания и проходные рубки), поскольку полученный ее объем может быть реализован согласно установленным ставкам платы за 1 м<sup>3</sup> древесины [2].

При прогнозировании динамики средообразующих функций за временную единицу расчета был взят лесоустроительный ревизионный период – 10 лет. При этом использовалась общепринятая закономерность, согласно которой за 10 лет годичный прирост на 1 га по классам возраста и средняя полнота в средневозрастных насаждениях планомерно увеличивается примерно на 10 %, в приспевающих – на 5 %, а в спелых остается без изменений (при условии, что рубки ухода не были проведены с чрезвычайной интенсивностью).

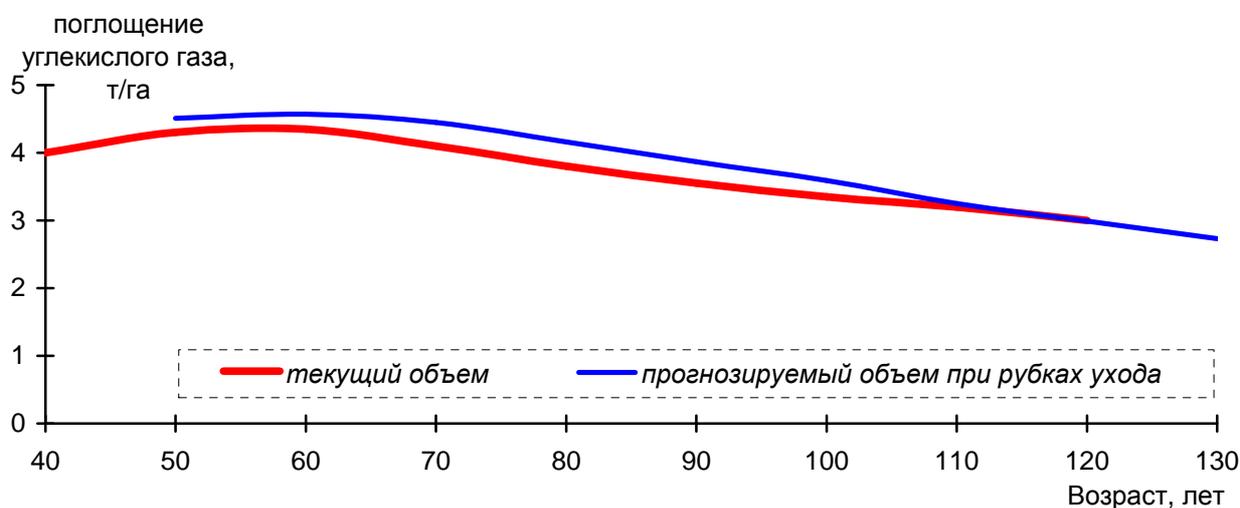
При расчете средневзвешенной величины прогнозируемого прироста был учтен возможный переход насаждений из одной возрастной группы в другую, а также перераспределение древостоев по группам полноты с учетом ее увеличения.

В средневозрастных насаждениях при проведении рубок ухода ожидается увеличение выделения кислорода в атмосферу и поглощения углекислого газа в среднем на 0,18 и 0,24 т/га соответственно (при варьировании O<sub>2</sub> от 0,11 до 0,31 т/га, CO<sub>2</sub> – от 0,14 до 0,42 т/га), что наглядно представлено на рисунке 3. В дальнейшем влияние рубок ухода, хоть и в меньшей степени, будет продолжаться до возраста спелости насаждений.

В меньшей степени рубки ухода будут оказывать влияние на выделение биологически активных веществ (БАВ) и пылезадержание, которое напрямую зависит от состояния ассимиляционного аппарата деревьев.



а



б

Рисунок 3. Динамика годовой продукции кислорода (а) и поглощения углекислого газа (б) в сосновых насаждениях с возрастом, т/га

С учетом того, что при рубках будут выбраны больные и сухостойные деревья, не оказывающие влияния на общую площадь поверхности хвои, то объем выделения БАВ и пылезадержания не будет иметь сильной зависимости от возраста насаждений. И если в средневозрастных древостоях будет наблюдаться незначительное увеличение этих функций (в среднем на 0,02 т/га по выделению БАВ и 0,1-0,5 т/га по пылезадержанию), то в приспевающих и спелых насаждениях рубки не окажут существенного влияния на их объем.

Для того чтобы определить экономический эффект от рубок ухода, необходимо рассчитать себестоимость (текущие затраты), капитальные вложения, а также чистый дисконтированный доход. С этой целью была разработана расчетно-технологическая карта, в которой представлен объем прямых затрат на проведение рубок ухода (таблица 1).

Таблица 1. Расчетно-технологическая карта рубок ухода (фрагмент)

Наименование мероприятия	Ед. изм.	Объем работ	Потребность		Общий фонд заработной платы, тыс. руб.	Всего прямых затрат, тыс. руб.
			маш.-смен	чел.-дней		
<b>Прореживание</b>	га	120,8				
	м³	7349				
Прорубка внутренних визиров	км	169,1		99,47	76,04	103,38
Промер внутренних визиров, постановкой пикетных столбов через 100 м	км	169,1		49,74	38,02	51,69
Отбор и клеймение деревьев, назначенных в рубку	тыс. шт	57,1		190,3	132,66	180,36
Валка деревьев	м³	7349	181,46	362,9	319,86	513,79
Обрезка сучьев на поваленных деревьях, сбор и укладка в кучи	м³	7349	548,43	1097	838,49	1378,52
Формирование пачек и трелевка древесины на нижний склад	м³	6250	244,14	879	739,18	1209,28
Транспортировка древесины с верхнего склада на нижний	м³	6250	107,76	107,8	90,86	215,11
<b>Проходные рубки</b>	га	82,2				
	м³	3944				
Прорубка внутренних визиров	км	115,1		67,71	51,76	70,37
Промер внутренних визиров, постановкой пикетных столбов через 100 м	км	115,1		33,85	25,88	35,18
Отбор и клеймение деревьев, назначенных в рубку	тыс. шт	13,97		46,57	32,46	44,13
Валка деревьев	м³	3944	85	169,9	149,70	240,50
Обрезка сучьев на поваленных деревьях, сбор и укладка в кучи	м³	3944	294,33	449,2	343,39	594,88
Раскряжевка древесины	м³	3431	184,46	184,5	155,11	291,12
Формирование пачек и трелевка древесины на нижний склад	м³	3431	134,02	65,73	55,42	187,52
Транспортировка древесины с верхнего склада на нижний	м³	3431	59,155	59,16	54,53	124,42
<b>Всего</b>			<b>1838,8</b>	<b>3863</b>	<b>3103,35</b>	<b>5240,23</b>

Чистый доход фактически является прибылью и рассчитан по разнице между оценкой вырубаемых насаждений по рыночной цене, представленной ниже в таблице 2, и общего объема приведенных затрат, включающих прямые затраты (5240,23 тыс. руб), общепроизводственные расходы (413,78 тыс. руб), расходы на управление (3898,73 тыс. руб), а также капитальные вложения (186,15 тыс. руб). Чистый доход на основании проведенных расчетов составил 14070,36 тыс. руб, а чистый дисконтированный доход, исходя из интервала времени проведения рубок и возраста спелости сосновых насаждений, 3209,55 тыс. руб.

Таблица 2. Стоимостная оценка вырубаемых насаждений, тыс. руб.

Категория технической годности древесины	Запас, м <sup>3</sup> /га	Минимальная ставка платы за 1 м <sup>3</sup> , тыс. руб	Рыночная цена, тыс. руб.	Стоимость, тыс. руб.	
				по минимальным ставкам оплаты	по рыночной цене
Запас вырубаемой древесины, м <sup>3</sup>	4158,0				
В т. ч. деловая					
- крупная	467,75	0,97	8,00	453,33	3742,00
- средняя	2013,75	0,69	7,00	1394,34	14096,25
- мелкая	987,5	0,35	5,00	342,37	4937,50
Дровяная	689,0	0,03	1,50	17,90	1033,50
Всего				2207,94	23809,25

**Выводы.** Санитарное состояние сосновых насаждений, произрастающих на территории Воронежской области, в настоящее время имеет стойкую тенденцию ухудшения с возрастом. Важнейшим лесохозяйственным мероприятием, направленным на их оздоровление и повышение средообразующей роли, являются рубки ухода, эффективность проведения которых установлена вплоть до возраста спелости. Реализация вырубаемого древесного запаса позволяет полностью компенсировать приведенные затраты, о чем свидетельствует расчетная величина чистого дисконтированного дохода.

### Список литературы

1. Мелехов И.С. Лесоводство. – 2-е изд. доп., испр. – М.: МГУЛ, 2003. – 320 с.
2. О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставок платы за единицу площади лесного участка, находящихся в федеральной собственности: постановление Правительства РФ от 22.05.2007 № 310 (в ред. от 03.02.2014) // <http://www.pravo.gov.ru>. – 2014. – 6 февраля.
3. Руководство по планированию, организации и ведению лесопатологического обследования / Утверждено Приказом Рослесхоза № 523 от 29.12.2007. – М.: ВНИИЦлесресурс, 2007. – С. 8-18.
4. Успенский В.В. Закономерности роста и продуктивности культур сосны (на примере ЦЧР): дис. ... д-ра с.-х. наук. – Воронеж, 1991. – С. 236-258.
5. Чибисов Г.А. Экологическая эффективность рубок ухода за лесом. / Г.А. Чибисов, А.И. Нефедова // Лесной журнал. – 2003. – № 5. – С. 11-17.
6. Янгутов И.А. Невесомые полезности леса и лесоустройство / И.А. Янгутов, А.Н. Филипчук // Вестник Московского государственного университета леса. – 2009. – № 2. – С. 48-51.
7. Pluzhnikov A.A. Regularities of changes in habitat-forming properties of different age groups of the pine plantations in Central forest / Applied and Fundamental Studies: 4<sup>th</sup> International Aca-

demic Conference. USA, St. Louis: Publishing House Science and Innovation Center Ltd., 2013. – Volume I. – P. 185-190.

**Рецензенты:**

Панков Я.В., д.с.-х.н., профессор, профессор кафедры лесных культур, селекции и лесомелиорации ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», 394087, г. Воронеж.

Яковлева Е.А., д.э.н., профессор, заведующая кафедрой мировой и национальной экономики ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», г. Воронеж.