УДК 630*36, 630*96, 630*181.351, 630*182.21 DOI: 10.18324/2077-5415-2019-1-90-95

Разработка технологии проведения рубок обновления и переформирования в береговой полосе водохранилищ

О.К. Даниленко[a], А.Н. Сухих[b]

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия
[a]olgdanilenko@yandex.ru, [b]cyxux2005@mail.ru
[a]https://orcid.org/0000-0002-1308-2813, [b]https://orcid.org/0000-0002-8478-4898
Статья поступила 9.01.2019, принята 2.02.2019

Соблюдение современных требований к рациональному использованию природных ресурсов является неотъемлемой частью стабильного экономического развития различных отраслей ресурсодобывающей и перерабатывающей промышленности. Целью проводимых теоретических исследовательских работ являются адаптация существующих и разработка новых технологических процессов лесозаготовительного производства с целью вовлечения дополнительных древесных ресурсов, а также более полного и неистощительного использования лесов водоохранной зоны крупных водохранилищ. Данная тематика становится актуальной в традиционно многолесных регионах, где в последнее время все более остро ощущается дефицит доступных к освоению участков лесного фонда. Сочетание указанной проблематики с наблюдаемой в настоящее время ситуацией в области снижения темпов развития лесной экономики позволяет сделать вывод об актуальности рассматриваемого вопроса. Проведение рубок в водоохранной полосе отличается повышенными требованиями к точности соблюдения технологии и применяемой техники, поскольку осуществление рубок зачастую коренным образом меняет водно-тепловой режим территории и способно нанести гораздо больший вред водосборной территории, чем лесопользование на других территориях. Внедрение предлагаемой технологии производства лесозаготовительных работ на территории водоохранных лесов берегов водохранилищ позволит не только решить ряд экологических проблем в процессе адаптации окружающей среды к затоплению водохранилища, но и повысить экономическую эффективность лесозаготовительного производства. Предлагаемая технология базируется на канатно-трелевочных установках, широкий ассортимент которых выпускается отечественными и зарубежными производителями тросо-блочных систем. Использование в качестве способа доставки готовой продукции путей водного транспорта позволит уменьшить транспортные расходы и повысить экономическую эффективность лесозаготовительного производства. Постепенное же переформирование перестойных древостоев в более молодые и влаголюбивые обеспечит качественное и своевременное выполнение древостоями береговой полосы защитных, водоохранных, противоэрозионных и рекреационных функций.

Ключевые слова: водоохранные леса; технологии лесозаготовок; канатные установки; спелые и перестойные леса; водохранилище.

Development of felling renewal and reformation technology in the coastal zone of reservoirs

O.K. Danilenko[a], A.N. Sukhih[b]

Bratsk State University; 40, Makarenko St., Bratsk, Russia
[a]olgdanilenko@yandex.ru, [b]cyxux2005@mail.ru
[a]https://orcid.org/0000-0002-1308-2813, [b]https://orcid.org/0000-0002-8478-4898
Received 9.01.2019, accepted 2.02.2019

Compliance with the modern requirements for the rational use of natural resources is an integral part of the stable economic development of various sectors of the resource-producing and processing industries. The purpose of this theoretical research is the adaptation of existing and development of new technological processes of logging production in order to involve additional wood resources, as well as more complete and sustainable use of forests in the water protection zone of large reservoirs. This topic is becoming relevant in originally densely wooded regions, where lately there has been an ever more acute shortage of forest fund plots available for development. The combination of this issue with the current situation in the area of reducing the rate of development of the forest economy allows us to conclude that this issue is actual. Logging in the water protection zone is characterized by increased requirements for the accuracy of compliance with the technology and the equipment used, since the implementation of tubing often radically changes the water-thermal regime of a territory and is capable of causing much greater damage to the catchment area than forest use in other territories. The application of the proposed technology of logging on the territory of the water protection forests of the banks of reservoirs will allow solving a number of environmental problems to decide during process of adaptation of the environment to flooding the reservoir, but also increase to the economic efficiency of logging. The proposed technology is based on cable-skidding installations, a wide range of which is produced by domestic and foreign manufacturers of rope-block systems. Waterways, used as a way of transporting products, will reduce transport costs and improve the economic efficiency of logging. Gradual reformation of old-growing stands to

more young and moisture-loving ones will ensure high-quality and timely implementation of the stand of the coastal strip of protective, water protection, anti-erosion and recreational functions.

Keywords: water protection forests; harvesting technologies; cable installations; mature and overmature stands; water storage.

Введение

Строительство и эксплуатация гидроэлектростанций в многолесных районах Сибири всегда сопровождались большими потерями высококачественной древесины при практически полном отсутствии лесосводки и лесоочистки[1]. После заполнения ложа плавающая и стоящая в воде древесина является частой причиной повышения аварийности акватории и повышения уровня загрязненности водохранилища [2]. Экологическая ситуация ухудшается с каждым годом ввиду отсутствия хорошо проработанной технологии качественного сбора и переработки плавающей и стоящей древесины. Это связано с большим разнообразием природно-производственных условий работы агрегатов для сбора и переработки древесины. К затопленным объемам плавающей древесины ежегодно добавляется древесина, попадающая в воду в результате вываливания с береговой полосы [3]. Вываливание древесины происходит по нескольким причинам:

–в результате берегопереработки и массового обрушения береговой линии, образующейся от сработки водохранилища;

–как следствие отпада спелых и перестойных древостоев в результате изменения гидрологического режима питания почв и пр.

Согласно прогнозу для недавно созданного Богучанского водохранилища [3], объем древесины, поступившей в водохранилище в первые годы его эксплуатации, составил: в результате берегопереработки— 219,4 тыс.м^3, в результате отпада —140 тыс. м^3. Ежегодно количество древесины, попадающей в акваторию водохранилища, будет возрастать. Отпад древесины возникает ввиду того, что основная масса древостоев по берегам Богучанского водохранилища представлена спелыми и перестойными древостоями, которые не смогут адаптироваться к изменению водного режима питания почв и, следовательно, будут усыхать и вываливаться, мешая выполнению защитных, водорегулирующих и рекреационных функций водоохранных лесов. Следовательно, уже на данном этапе эксплуатации водохранилища необходимо предусмотреть меры по переформированию существующих древостоев в более влаголюбивые и ветроустойчивые насаждения. Адаптируемость пород к переувлажнению и изменению гидротермического режима почв неоднозначна и напрямую зависит от исходных условий произрастания древостоя. Почвенные условия начинают преобразовываться в перегнойно-подзолисто-глеевые в нижней части пояса слабого подтопления и в перегнойно-подзолисто-глееватые — в верхней части пояса. Леса лишайниковые в нижней части зоны подтопления, вероятно, будут заболачиваться, так как занимают очень бедные почвы, увлажнение которых не улучшит их минерального питания. Типы леса будут меняться на зеленомошные. Изменения в состоянии древесной растительности не проявятся в первые годы после затопления, поскольку древесная растительность не обладает способностью к быстрой смене видового состава. Здесь ярко иллюстрируется основное положение мичуринской биологии о том, что «организм и необходимые для его жизни условия представляют единство» [4]. В случае, если древесные породы еще до затопления находились в условиях достаточного или избыточного увлажнения, данные древостои будут реагировать увеличением годичного прироста. Однако большинство древостоев затопленного Богучанского водохранилища существовало в условиях умеренного и недостаточного увлажнения, что негативно скажется на дальнейших условиях произрастания основных древесных пород. Как показывает практика эксплуатации Братского, Усть-Илимского, Рыбинского и других водохранилищ [5], при изменении уровня подпора грунтовых вод у деревьев перестойного возраста происходит постепенное ухудшение санитарного состояния, начинается пожелтение и усыхание кроны, а затем и стволовой древесины.

Многие исследователи данного вопроса справедливо полагают, что следует оставлять древостои береговой полосы для выполнения ими водоохранных функций [6–8], однако перестойные деревья в результате усыхания и вываливания с корневой системой будут способствовать дальнейшему берегоразрушению и оврагообразованию. Тогда как целенаправленное равномерное удаление перестойных деревьев повышает уровень лесопользования территориии способствует сохранению выполнения водоохранной функции, а оставляемые пни своей мощной корневой системой будут выполнять почвоукрепляющую и стокозадерживающую функцию.

Методика исследований. В данной статье рассматривается начальный этап исследований по разработке эффективных технологических процессов заготовки древесного сырья в береговой полосе водохранилищ. В частности, предложена технология проведения рубок обновления и переформирования в береговой полосе на склонах с различными уклонами. Рубки обновления и переформирования насаждений проводятся в лесах тех категорий защитности и особо защитных участков, где рубки главного пользования запрещены, рубки ухода проводят без ограничения возраста древостоев с целью коренного изменения их состава, строения и возрастной структуры и переформирования в древостои, обеспечивающие более полное выполнение целевых функций [9]. При данном виде рубки прежде всего за счет разреживания главного полога создаются условия для успешного возобновления и развития молодых поколений древесных пород, устойчивых к новому ветровому и водному режиму[10]. Разреживание сопровождается мерами содействия естественному возобновлению леса. В насаждениях без подроста и молодняка рубки не производятся. В случае необходимости ведется переформирование одновозрастных насаждений в разновозрастные, чистых и простых —в смешанные и сложные. Этого возможно достичь с применением рав-

номерного изреживания первого яруса с одновременным удалением деревьев нежелательных пород и подлеска в нижних ярусах. Основные объекты ухода — второй ярус и подрост целевых пород. Переформирование в водоохранные древостои необходимо производить за 3–4 приема рубки с периодом повторяемости в один класс возраста. В конечном итоге после окончательного удаления перестойной части древостоя должно быть сформировано более молодое и устойчивое насаждение с колебанием возраста деревьев в пределах 2-го — 4-го классов.

Согласно Лесному кодексу РФ [9], в берегозащитных полосах шириной до 300 м, в запретных полосах вдоль рек (включая их истоки), озер, водохранилищ при прореживаниях и рубках обновления полнота не должна снижаться менее 0,7. Вырубаются ветровальные породы (ель, пихта), крупные перестойные деревья, которые могут вываливаться, лиственные, а также сильно наклонившиеся деревья. Подлесочные породы и примесь лиственных пород до 3 ед. состава сохраняются. В опушечных (прилегающих к берегу) частях полос (30–50 м) проводятся только санитарные рубки. Все технологические разработки должны быть направлены прежде всего на ограничение площади, минерализованной при трелевке. После завершения работ величина минерализации на участке рубок ухода не должна превышать: на пологих склонах ($i<10^0$) —15%, на покатых (i =11–20^0) —12–13%, на крутых (i =21–30^0) —10%.

На выбор средств по транспортировке древесины для освоения лесосек на склонах влияют следующие основные факторы: технико-эксплуатационные, топографические и таксационные. К технико-эксплуатационным факторам относятся габаритные размеры и форма лесосек, наличие участков для расположения лесопогрузочных пунктов, расположение оси лесосеки относительно направления склона, ширина лесосеки (длина вдоль склона), расположение путей транспорта, положение лесосеки относительно подошвы горы, к топографическим факторам — величина уклона господствующего склона, тип рельефа местности, наличие поперечных уклонов, обратных склонов, ложбин и протоков, профиль трассы подъездных путей, к таксационным факторам — породный состав насаждений, ликвидный запас леса на 1 га площади лесосеки, средний объем хлыста.

Существующие традиционные технологии заготовки древесины не всегда могут иметь место, поскольку они предусматривают транспортировку сухопутными видами транспорта [11]. Это ведет к увеличению трудозатрат на выполнение подготовительных и основных лесозаготовительных работ, а также на очистку лесосек. Кроме того, увеличиваются материальные затраты на создание лесной инфраструктуры и транспортные расходы [12]. Примыкание с водной акватории позволяет формировать погрузочные пункты на береговой полосе с целью транспортировки заготовленной древесины водными путями. Сложности освоения водоохранных лесов связаны также с тем обстоятельством, что грунты береговой полосы чаще всего имеют низкую несущую способность [13;14], а рельеф в основном представлен склонами с уклонами 10–20^0 и более. Основную массу технологических схем, применимых в данных условиях, можно разделить на две основные группы:

–на базе трелевочных тракторов;

– на базе канатно-трелевочных установок [15].

Каждая из указанных групп имеет свои преимущества и недостатки. Так, тракторная трелевка традиционно считается более производительной, однако низкая несущая способность грунтов в летний период и большая глубина снежного покрова зимой будут существенно снижать производительность трелевочных машин. К отрицательным сторонам применимости тракторной трелевки в береговой полосе можно также отнести формирование глубокой колеи на трелевочном волоке при транспортировке древесины, что будет способствовать активизации эрозионных процессов в береговой зоне. Применение канатно-трелевочных установок позволит транспортировать на погрузочный пункт высококачественные сортименты без создания сети трелевочных волоков, оставляя измельченные порубочные остатки на перегнивание. Заготовка по данной технологии позволит сохранить малоповрежденным почвенный покров и корневую систему оставляемых деревьев, а порубочные остатки послужат средой для получения питательной базы для растущего леса.

Результаты исследований. Сущность предлагаемой технологии представлена на рис. 1 и 2. При указанных условиях возможно проведение в основном механизированной заготовки древесины. Внедрение технологических процессов с применением канатных установок дает возможность проводить лесозаготовительные работы на участках с низкой несущей способностью грунтов, а также на заболоченных участках, где проход техники не всегда возможен [16;17]. Особенностью разработки прибрежных лесосек является их относительно небольшая, в пределах 300 м, ширина и большая протяженность по длинной стороне, т.е. лесосека проходит узкой длинной полосой вдоль береговой линии, что не может не сказываться на изменении традиционной технологии под указанные природно-производственные условия. Технологический процесс рубки происходит следующим образом: на этапе подготовительных работ производится технологическая подготовка, включающая рекогносцировку территории с целью изучения рельефа местности, разметку волоков, перечет и маркировку удаляемых деревьев, разметку мест для установки тыловых мачт. Подготовительные работы при использовании подвесных канатных трелевочных установок (КТУ) также дополнительно включают изыскание трасс установки, монтаж и демонтаж КТУ. По данным геодезической съемки вычерчивается план лесосеки, ориентированный по сторонам света, и намечается трасса. Ее продольный профиль составляется по данным нивелирования, и на нем предварительно намечают местонахождение промежуточных опор, которые следует располагать в наиболее возвышенных местах и в точках перелома трассы. При этом длина пролетов по возможности должна быть одинаковой [15].

Трудность освоения лесопокрытой территории после затопления водохранилища заключается в наличии большого количества деревьев, стоящих в воде и пре-

пятствующих транспортировке заготовленной древесины по водным путям [18].

Затопленная древесина обладает повышенными физико-механическими свойствами [19], что делает ее достаточно ценным сырьем при реализации концепции рационального и устойчивого пользования лесными ресурсами. Следовательно, подготовительные работы также будут включать прорубку путей подхода к береговой линии. Удобнее всего осуществлять данные работы при помощи агрегатов с манипуляторными установками на плавучей основе.

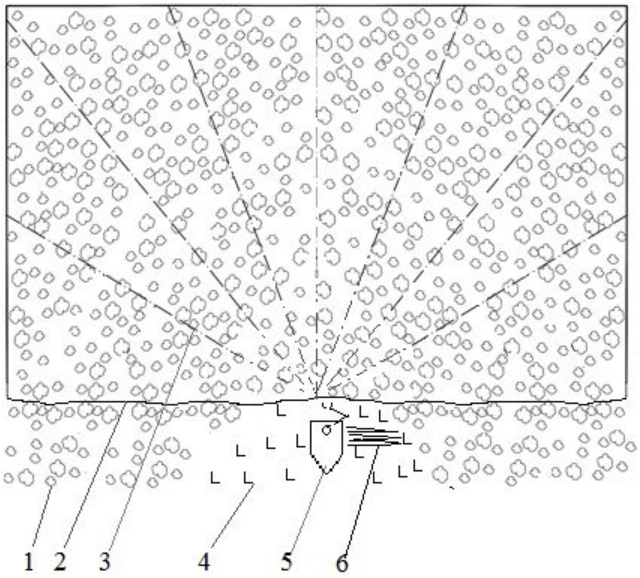

Рис. 1. Технологическая схема проведения рубок обновления и переформирования в береговой полосе (подготовительные работы): *1*—затопленный лес, стоящий в воде; *2*—линия уреза воды; *3*—линия разметки пасек; *4*—деревья, вырубленные при проведении подготовительных работ; *5*—плавучий агрегат с захватно-срезающим устройством (ЗСУ) на манипуляторе; *6*—пакет, сформированный плавучим агрегатом

Деревья срезаются при заднем ходе плавучего агрегата с укладкой их в кошельное или формирующее устройство, зафиксированное с боковой части плавучего агрегата, для формирования плавучего пакета [1]. Данные пакеты фиксируются недалеко от береговой полосы для последующей переработки древесины на сортименты. Этим же агрегатом производится первичная расчистка территории небольшого участка береговой полосы для обустройства погрузочного пункта. Далее механизированными бригадами осуществляется окончательная подготовка погрузочного пункта. На следующем этапе производится установка и прочистка трасс для трелевки древесины, при этом канатные установки устанавливают таким образом, чтобы пути транспортировки проходили, по большей части, по естественным промежуткам между деревьями и прогалинам. Пасеки, на которые разбивается делянка, имеют треугольную форму с шириной треугольника в дальнем конце 50–60 м. Разрабатывать делянки начинают с ближнего конца пасеки. Отобранные в рубку перестойные деревья валят вершинами в направлении трелевки.

Вальщику сваленных деревьев производит срезку сучьев, разметку и разделку хлыстов. По окончании раскряжевки рабочие собирают порубочные остатки в кучи для оставления с последующим перегниванием. Необходимо разработать как минимум два сектора для соблюдения техники безопасности и отхода вальщика с бензопилой на расстояние не менее 50 м, а затем производить трелевку сортиментов канатной установкой. Формирование пачки и подтаскивание лесоматериалов из дальнего конца пасеки выполняется тягово-подъемным канатом трелевочной установки. Лесоматериалы при этом трелюются полностью в подвешенном виде, что позволяет избежать загрязнения их почвой, снизить уровень ее минерализации, а также в большей степени способствует сохранению оставляемого древостоя и подроста. По окончании работ на первой пасеке трелевочную систему перемещают, выполняют трелевку лесоматериалов со следующей пасеки и так поочередно до полной разработки участка лесного фонда. Среднее расстояние трелевки по данной технологии не превышает 400 м. Лесоматериалы штабелюются на погрузочных пунктах.

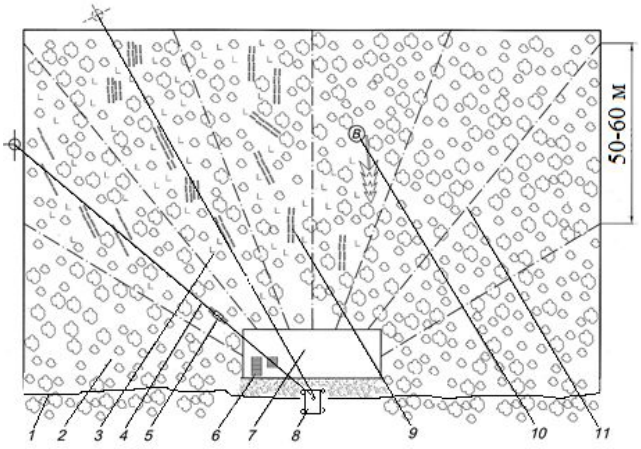

Рис. 2. Схема разработки лесосеки с применением КТУ: *1*— береговая полоса; *2*— полоса, не затрагиваемая рубкой; *3*— пни; *4*— несущий канат; *5*— каретка; *6*— штабель стрелеванных сортиментов; *7*— погрузочный пункт; *8*— мобильная канатно-трелевочная установка; *9*— сортименты; *10*— вальщик; *11*— граница пасек

Дальнейшая транспортировка заготовленных сортиментов осуществляется при помощи барж на буксирной тяге. В данном случае такой способ транспортировки является наиболее предпочтительным ввиду относительно небольших объемов заготавливаемой древесины. Отгрузка в баржи может осуществляться как мобильными средствами с манипуляторными установками, так и непосредственно канатно-трелевочной установкой после завершения работ по трелевке сортиментов с пасек.

Большой ассортимент выпускаемых КТУ, в основном зарубежного производства, позволяет решить большинство поставленных задач, связанных с перемещением древесины. При этом технологические решения с применением канатных трелевочных установок на сплошных и выборочных рубках лучше отвечают современным ужесточившимся экологическим требованиям [20].

Очистка участков рубок преимущественно с укладкой порубочных остатков на месте создаст благоприятные условия для возобновления, а также предохранения

почвы в потенциально эрозионных местах (на трассе КТУ и др.).

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Предложенная технология проведения рубок обновления позволит вовлечь в лесосырьевой фонд территории, ранее считавшиеся труднодоступными для освоения [21].

2. Существует необходимость в формировании древостоев заданного целевого назначения, у которых уровень выполнения защитных функций будет соответствовать изменившемуся водно-тепловому режиму [22].

3. Необходимо проведение дальнейших исследований с целью разработки технологических приемов для разработки лесов водоохранной зоны многооперационными лесозаготовительными машинами [23], а также мобильными многооперационными трелевочными установками, оснащенными харвестерным модулем, с полуавтоматическим радиоуправлением или полностью автоматизированным компьютерным управлением, что даст возможность распределить число основных технологических операций между членами лесозаготовительной бригады и снизить таким образом количество простоев по организационным причинам [24].

4. Применение традиционных методов расчета экономической эффективности предлагаемой технологии [25] позволяет сделать вывод о целесообразности выбора сортиментной технологии заготовки древесного сырья в условиях береговой зоны водохранилищ.

Литература

1. Иванов В. А. Обоснование технологии и оборудования для освоения и переработки древесины прибрежной зоны и ложа водохранилищ: автореф. дис. … д-ра техн. наук. СПб., 2008. 38 с.

2. Корпачев В.П., Андрияс А.А., Пережилин А.И. Проблемы освоения плавающей древесной массы на водохранилищах ГЭС Сибири // Вест. Крас. гос. аг. ун-та, 2011. № 2. С. 134-139.

3. Корпачев В.П., Пережилин А.И., Андрияс А.А., Гайдуков Г.А. Оценка объемов затопления древесной массы в ложах водохранилищ ГЭС// Фундаментальные исследования, 2013. № 4-2. С. 290-294.

4. О положении в биологической науке: стеногр. отчёт сессии Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина 31 июля - 7 авг. М., Сельхозгиз, 1948. С. 4-41; С. 512-523.

5. Жук А.Ю. Повышение эффективности сбора и транспортировки древесины в прибрежных акваториях и береговой зоне водохранилищ: автореф. дис. … д-ра техн. наук. Архангельск, 2016. 35 с.

6. Жук А.Ю. Технология комплексного освоения древесины в акватории и береговой зоне озер и водохранилищ // Труды Братского государственного университета. Сер. Естественные и инженерные науки. 2014. Т. 1. С 323-326.

7. Пережилин А.И., Корпачев В.П., Андрияс А.А., Гайдуков Г.А. Загрязнение водохранилищ ГЭС органическими веществами растительного происхождения // Фундаментальные исследования, 2013. № 4-2. С. 312-315.

8. Лабетиков С.В., Корпачев В.П., Гайденок Н.Д. Анализ влияния крупных водохранилищ на окружающую природную среду // Вестн. Сибир. гос. аэрокосм. ун-та им. акад. М.Ф. Решетнева, Красноярск, 2006. С. 150-154.

9. Лесной Кодекс Рос. Федерации, утв. приказом от 24 нояб. 2006 г. (с изм. от 3 авг. 2018 г.) [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

10. Григорьев И.В., Григорьева О. И. Повышение экологической эффективности лесохозяйственного производства // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. науч. тр. по материалам междунар. заоч. науч.-практической конф. М., 2014. Т. 2. С. 51–55.

11. Ширнин Ю.А., Роженцова Н.И., Хлюстов В.К. Оптимизация рубок промежуточного пользования // Лесной журнал. 2008. № 3. С. 13-18.

12. Karjalainen T., Toppinen A. Russia rising export duties of roundwood. EFI-News. 2007. № 2. P. 12-13.

13. Григорьев И.В., Макуев В.А., Никифорова А.И. Исследование коэффициента сопротивления передвижению колесных лесных машин // Вестн. Моск. гос. ун-та леса. Лесной вестник. Спецвып. 2014. С. 36-41.

14. Zhuk A.Yu., Hahina A.M., Grigorev I.V., Ivanov V. A., Gasparyan G. D., Manukovskii A. Yu., Kunickaya O. A., Danilenko O. K., 24 Issue 8), 2018., p. 6419-6430.

15. Григорьев И. В., Никифорова А. И., Хахина А. М. Новые технические решения для повышения эффективности лесосечных работ // Вестн. Моск. гос. ун-та леса. Лесной Вестник. 2013. № 1. С. 46-49.

16. Manukovsky A.Y., Grigorev I.V., Ivanov V.A., Gasparyan G.D., Lapshina M.L., Makarova Yu.A., Chetverikova I.V., Yakovlev K.A., Afonichev D.N., Kunitskaya O.A. Increasing the logging road efficiency by reducing the intensity of rutting: mathematical modeling //Journal of mechanical engineering research and developments. 2018. Т. 2, № 2. P. 35-41.

17. Ivanov V.A., Grigorev I.V., Gasparyan G.D., Manukovskij A.Yu., Zhuk A.Yu., Kunickaya O.A., Grigoreva O.I. Environment-Friendly Logging In The Context Of Water Logged Soil And Knob-And-Ridge Terrain// Journal of Mechanical Engineering Research & Developments, 2018. № 41 (2). P. 22-27.

18. Жук А.Ю., Горяев А.С. Теоретические исследования работы устройства для сбора и транспортировки древесины с берегов // Вестн. КрасГАУ. 2010. № 5 (44). С. 99-105.

19. Utgof S.S., Ignatovich L.V. Mathematical modeling application to determine effect of technological factors on phisical and mechanical properties of densified low deciduous wood // Austrian Jornal of Technical and Natural Sciences. 2014. № 5-6. P. 59-63.

20. Свойкин Ф.В., Григорьев И.В. Мобильная канатно-рельсовая трелевочная установка (МКРТУ) // Вестн. МГУЛ. Лесной вестник. 2013. №1 (93). С.137–141.

21. Мохирев А.П., Позднякова М.О., Куницкая О.А., Григорьев И.В. Факторы доступности древесных ресурсов: анализ влияния на ключевые критерии // Системы Методы Технологии. 2018. № 1 (37). С. 110-115.

22. Goltsev V. Analysis of experimental thinning management options in the Taiga Model Forest area // Final thesis of MSc in European forestry. University of Joensuu, Faculty of Forestry. 2005. 67 p.

23. Сухих А.Н., Даниленко О.К. Актуальные аспекты эксплуатации лесозаготовительного оборудования // Системы Методы Технологии. 2018. № 3. С. 105-109.

24. Даниленко О.К., Гущина Д.А. К вопросу повышения эффективности технологических процессов заготовки древесины// Актуальные проблемы лесного комплекса. Брянск, 2018. № 52. С. 6-9.

25. Заготовка древесины по сортиментной технологии: рекомендации по расчету затрат. Йоэнсуу: НИИ леса Финляндии, 2004. 16 с.

References

1. Ivanov V. A. Substantiation of technology and equipment for the development and processing of wood of the coastal zone and lodge of reservoirs: avtoref. dis. … d-ra tekhn. nauk. SPb., 2008. 38 p.

2. Korpachev V.P., Andriyas A.A., Perezhilin A.I. Issues of the floating wood pulp development in the SiberianHPS water basins // The Bulletin of KrasGAU, 2011. № 2. P. 134-139.

3. Korpachev V.P., Perezhilin A.I., Andriyas A.A., Gajdukov G.A. Estimation of volume of wood pulp, flooding in reservoir floors of HPS // Fundamental research, 2013. № 4-2. P. 290-294.

4. On the situation in biological science: stenogr. otchyot sessii Vsesoyuznoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk im. V.I. Lenina 31 iyulya - 7 avg. M., Sel'hozgiz, 1948. P. 4-41; P. 512-523.

5. Zhuk A.YU. Improving the efficiency of harvesting and transportation of timber in the coastal areas and coastal zone reservoirs: avtoref. dis. … d-ra tekhn. nauk. Arhangel'sk, 2016. 35 p.

6. Zhuk A.YU. Technology of integrated development of wood in the waters and the shore zone of lakes and water storages // Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Estestvennye i inzhenernye nauki. 2014. T. 1. P. 323-326.

7. Perezhilin A.I., Korpachev V.P., Andriyas A.A., Gajdukov G.A. Pollution of reservoirs HPS by organic substances of vegetable origin // Fundamental research, 2013. № 4-2. P. 312-315.

8. Labetikov S.V. Korpachev V.P., Gajdenok N.D. Analysis of big waterpools influence to the environment // Vestnik SibSAU. Aerospace tehnologies and control systems, Krasnoyarsk, 2006. P. 150-154.

9. Forest Code of the Russian Federation, utv. prikazom ot 24 noyab. 2006 g. (s izm. ot 3 avg. 2018 g.) [Elektronnyj resurs]. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tant Plyus».

10. Grigor'ev I.V., Grigor'eva O.I. Enhancing the environmental efficiency of forestry production // Aktual'nye napravleniya nauchnyh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika: sb. nauch. tr. po materialam mezhdunar. zaoch. nauch.-prakticheskoj konf. M., 2014. T. 2. P. 51-55.

11. Shirnin YU.A., Rozhencova N.I., Hlyustov V.K. Optimization of intermediate felling // Forest Journal. 2008. № 3. P. 13-18.

12. Karjalainen T., Toppinen A. Russia rising export duties of roundwood. EFI-News. 2007. № 2. P. 12-13.

13. Grigor'ev I.V., Makuev V.A., Nikiforova A.I. Investigation of the coefficient of resistance to the movement of wheeled forest machines // Moscow state forest university bulletin - Lesnoy vestnik. Specvyp. 2014. P. 36-41.

14. Zhuk A.Yu., Hahina A.M., Grigorev I.V., Ivanov V.A., Gasparyan G.D., Manukovskii A.Yu., Kunickaya O.A., Danilenko O.K. Modelling of indenter pressed into heterogeneous soil, 24 Issue 8), 2018., P. 6419-6430.

15. Grigor'ev I.V., Nikiforova A.I., Hahina A.M. New technical solutions for increasing the efficiency of logging operations // Moscow state forest university bulletin - Lesnoy vestnik. 2013. № 1. P. 46-49.

16. Manukovsky A.Y., Grigorev I.V., Ivanov V.A., Gasparyan G.D., Lapshina M.L., Makarova Yu.A., Chetverikova I.V., Yakovlev K.A., Afonichev D.N., Kunitskaya O.A. Increasing the logging road efficiency by reducing the intensity of rutting: mathematical modeling // Journal of mechanical engineering research and developments. 2018. T. 2, № 2. P. 35-41.

17. Ivanov V.A., Grigorev I.V., Gasparyan G.D., Manukovskij A.Yu., Zhuk A.Yu., Kunickaya O.A., Grigoreva O.I. Environment-Friendly Logging In The Context Of Water Logged Soil And Knob-And-Ridge Terrain // Journal of Mechanical Engineering Research & Developments, 2018. № 41 (2). P. 22-27.

18. Zhuk A.Yu., Goryaev A.S. Theoretical studies of the device for harvesting and transportation of wood from the banks // The Bulletin of KrasGAU. 2010. № 5 (44). P. 99-105.

19. Utgof S.S., Ignatovich L.V. Mathematical modeling application to determine effect of technological factors on phisical and mechanical properties of densified low deciduous wood // Austrian Jornal of Technical and Natural Sciences. 2014. № 5-6. P. 59-63.

20. Svojkin F.V., Grigor'ev I.V. Mobile cable-rail skidder (MKRTU) // Moscow state forest university bulletin - Lesnoy vestnik. 2013. № 1 (93). P. 137-141.

21. Mohirev A.P., Pozdnyakova M.O., Kunickaya O.A., Grigor'ev I.V. Factors influencing the accessibility of wood resources: impact analysis of key criteria in // Systems Methods Technologies. 2018. № 1 (37). P. 110-115.

22. Goltsev V. Analysis of experimental thinning management options in the Taiga Model Forest area // Final thesis of MSc in European forestry. University of Joensuu, Faculty of Forestry. 2005. 67 p.

23. Suhih A.N., Danilenko O.K. Actual aspects of forestry equipment operation // Systems. Methods. Technologies. 2018. № 3. P.105-109.

24. Danilenko O.K., GushchinaD.A. To the question about increase of efficiency of technological process to timber cutting // Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa. Bryansk, 2018. № 52. P. 6-9.

25. Timber harvesting in the assortment technology: rekomendacii po raschetu zatrat. Joehnsuu: NII lesa Finlyandii, 2004. 16 p.