

МАШИНЫ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЛЕСА В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

А.М. Цыпук, проф. Института лесных, горных и строительных наук Петрозаводского государственного университета, д-р техн. наук, tsyrouk@mail.ru

А.В. Родионов, доц. Института лесных, горных и строительных наук Петрозаводского государственного университета, канд. техн. наук, andrey.rodionov@mail.ru

В Петрозаводском государственном университете разработан комплекс машин и технологий для восстановления леса в условиях интенсивного лесопользования. Базой для комплекса машин является лесопосадочный лункообразователь динамического действия типа Л-2У. Лункообразователь в агрегате с трактором заменяет собой шлейф машин: обеспечивает механизацию работ по посадке леса, посеву или обработке почвы, в зависимости от условий вырубki. Помимо лункообразователя Л-2У, в комплекс машин входят: сеялка СВУ-1,2 и корнеподрезчик ПК-1,2, которые предназначены для выращивания в лесных питомниках укрупненных сеянцев с открытой корневой системой. Однако техническое перевооружение отрасли лесного хозяйства не может быть реализовано отдельными лесопользователями и является прерогативой государства, как собственника лесов.

Ключевые слова: интенсивное лесопользование, лесовосстановление, технология, лункообразователь, сеялка, корнеподрезчик, комплекс машин.

MACHINES AND TECHNOLOGIES FOR RESTORATION OF FORESTS IN CONDITIONS OF INTENSIVE FOREST MANAGEMENT

A.M. Tsybuk, Professor, Institute of forestry, Petrozavodsk State University, Mining and Construction, Ph. D. of Engineering, tsyrouk@mail.ru

A.V. Rodionov, Associate Professor, Institute of forestry, Petrozavodsk State University, Mining and Construction, Doctor of Engineering, andrey.rodionov@mail.ru

Petrozavodsk State University has developed a complex of machines and technologies for forest restoration in conditions of intensive forest management. The basis for a complex of machines is the type L-2U forest planting hole digger of dynamic action. The hole digger united with the tractor replaces the train of machines: it provides mechanization of work on planting, sowing or tillage, depending on the conditions of cutting. In addition to the L-2U hole digger, the complex of machines includes: the SVU-1,2 seeder and the PC-1,2 root cutter, which are intended for growing enlarged seedlings in the forest nurseries with an open root system. However, the technological re-equipment of the forestry sector cannot be realized by individual forest users and is the prerogative of the state as the forest owner.

Keywords: intensive forest management, reforestation, technology, hole digger, seeder, root-cutter, machine complex.

Истощение доступных эксплуатационных лесов России приводит к необходимости изменения сложившейся модели ведения лесного хозяйства и лесопользования, в т.ч. более интенсивного использования неоднократно пройденных рубками вторичных лесов Европейской части страны за счет развития различных видов рубок ухода, а также активизации искусственного лесовосстановления (т.е. посева и посадки леса) [1].

«Основы государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года» (утв. распоряжением Правительства РФ № 1724-р от 26.09.2013 г.) среди прочих мер прямо предусматривают интенсификацию использования и воспроизводства лесов, сохранение экологического потенциала лесов.

Однако, по данным Рослесхоза, ежегодно в России сплошные рубки леса проводятся на площади порядка 1 млн га, при этом работы по лесовосстановлению в 2016 г. были выполнены на общей площади 781,1 тыс. га, из них только 195,7 тыс. га – искусственное и комбинированное лесовосстановление (т.е. примерно 25 % от площади рубок). Проблема носит системный характер: 40–50 лет назад в России лес вырубался на площади около 3 млн га ежегодно, а соотношение площадей, восстанавливаемых лесными культурами и оставляемых на естественное зарастание, было таким же.

Успешность воспроизводства лесных ресурсов (т.е. выращивание насаждений необходимого породного состава) зависит не только от способа лесовосстановления, но и от объема и качества последующих рубок ухода за лесными молодняками. При этом рубки ухода в молодняках надо проводить минимум дважды – сначала «осветление» (в возрасте до 10 лет), затем «прочистки» (в возрасте 11–20 лет).

По официальным данным, в 2012–2015 гг. суммарная площадь рубок ухода в молодняках в среднем составила 300 тыс. га в год, что почти в 2,5 раза ниже, чем площадь лесовосстановления. Рубки ухода в более старших насаждениях (где можно получить коммерчески ценное сырье) не превысили 70 % от площади лесовосстановления, что также многократно ниже необходимого.

При этом, по данным [2], в период с 1983 по 2003 гг. в России погибло более 50 % созданных лесных культур, что является рекордной величиной за последние 50–60 лет. Основная причина гибели – невыполнении в полном объеме необходимых рубок ухода в лесных молодняках.

Результатом такой многолетней практики является сокращение в России площадей ценных хвойных насаждений, при формальном обилии лесов [3, 4].

По опыту таких стран-лидеров в лесном хозяйстве как Финляндия и Швеция, интенсификация использования и воспроизводства лесов невозможна без существенного (в 3–4 раза) увеличения объемов работ по искусственному восстановлению лесов и уходу за растущими молодняками.

По нашей оценке, применение лесопользователями известных машин для подготовки почвы на вырубках (дисковые покровосдиратели типа ПДН-1, Враске и проч.) в сочетании с ручной посадкой под меч Колесова или посадочную трубу не обеспечит необходимые объемы и качество лесовосстановительных работ в условиях интенсификации. По опыту Финляндии, применение более сложных и дорогих машин также не даст ожидаемого российскими лесопромышленниками скачка в производительности и качестве выполнения работ по искусственному лесовосстановлению.

Не следует также забывать о необходимости резкого увеличения объемов ухода за посадками, без которых вложенные в лесные культуры деньги можно считать потраченными впустую. В настоящее время в РФ такие ухода выполняются преимущественно с применением моторизированного инструмента (ручных мотокусторезов); существенное увеличение таких уходов сдерживается в т.ч. дефицитом необходимой рабочей силы и неразвитостью сети лесных дорог [5].

В этих условиях необходимо искать технологии и машины, которые не только сократят затраты времени и труда при создании лесных культур, но и позволят снизить потребность в последующих уходах за культурами.

В Петрозаводском государственном университете (ПетрГУ) совместно со специалистами Института леса Карельского научного центра РАН разработан комплекс машин и техноло-

гий их применения для интенсивного восстановления лесов на вырубках в условиях Европейской части России. Базовой машиной этого комплекса является лесопосадочный лункообразователь динамического действия типа Л-2У (рис. 1, табл. 1).



Рис. 1. Лункообразователь Л-2У

Л-2У заменяет шлейф лесовосстановительных машин: обеспечивает механизацию работ по посадке леса, посеву или обработке почвы, в зависимости от условий вырубки [6].

Лункообразователь Л-2У агрегируется с гусеничными или колесными тракторами (в т. ч. лесохозяйственной модификацией трактора ТЛТ-100), оснащенными задней навесной системой, механическим валом отбора мощности (ВОМ) или гидромотором.

Применение лункообразователя Л-2У позволяет механизировать процесс подготовки посадочных мест (лунок) под лесные культуры на нераскорчеванных вырубках. Посадка под лункообразователь Л-2У крупномерных сеянцев или саженцев также дает возможность радикально сократить количество последующих лесоводственных уходов.

Основное назначение лункообразователя Л-2У – подготовка лунок глубиной до 23 см для посадки саженцев и укрупненных сеянцев, норма посадки для которых снижена до 2500 шт./га по сравнению с 4000 шт./га для обычных сеянцев. Для подготовки лунок под обычные сеянцы (глубиной до 16 см) лункообразователь комплектуется сменными рабочими органами. Лункообразователи Л-2У можно использовать для посадки леса сеянцами и саженцами с открытой или закрытой корневой системой.

Лункообразователь оснащается высевальным приспособлением Л-2УС (рис. 2, табл. 2) обеспечивающим поверхностную обработку почвы удалением подстилки полосами шириной 30, 40 и 50 см и посев лесных семян [6].

Применение Л-2У для подготовки посадочных мест (лунок) снижает затраты энергии по сравнению с машинами, образующими в почве непрерывную борозду примерно в 3 раза, что обеспечивает значительную экономию топлива на лесовосстановительных работах. При проверке в лесных условиях выяснилось, что при работе в тяжелых почвенных условиях бака трактора, работающего с машиной для непрерывной подготовки почвы, хватает примерно на день, в нормальных условиях – до 3-х дней; при работе трактора в агрегате с лункообразователем бака топлива хватает на неделю.



Рис. 2. Сменное приспособление для посева семян Л-2УС

Таблица 1

Техническая характеристика лункообразователя Л-2У

Показатель	Значение
Габаритные размеры, мм	2400 × 2250 × 1800
Масса, кг	800 ± 50
Частота вращения входного вала червячного редуктора, об/мин: – с трактором МТЗ-82 – с трактором ЛХТ-100	540 или 1000 540
Крутящий момент на входном валу червячного редуктора, Н·м, не более	300
Обслуживающий персонал, чел., в т.ч.: тракторист 5-го разряда сажальщик 4-го разряда	1 4–6
Скорость движения агрегата, км/ч: – рабочая – транспортная	1–2,5 10–20
Производительность (количество лунок) за 1 час, шт., не менее	3000
Годовая выработка, га, не менее	150
Ширина междурядья, м	1,8 ± 0,1
Шаг подготовки лунок в ряду, м при агрегатировании с тракторами: – МТЗ-82 – ЛХТ-55 (без ходоуменьшителя) – ЛХТ-100 (с ходоуменьшителем)	0,43–1,18 0,88–1,18 0,43–1,18
Размеры посадочных лунок, мм: – глубина – ширина на поверхности почвы – длина на поверхности почвы	230 ± 20 90 ± 30 120 ± 30
Посадочный материал (сеянцы и саженцы)	ГОСТ 24835-81, ГОСТ 3317-77

Таблица 2

Техническая характеристика приспособления Л-2УС

Показатель	Значение
Габаритные размеры, мм	800 × 700 × 800
Масса, кг	100
Обслуживающий персонал, чел., в т.ч. тракторист 5-го разряда	1
Скорость движения агрегата, км/ч: рабочая транспортная	1–2,5 10–20
Производительность (количество посевных мест) за 1 час, шт., не менее	4000
Годовая выработка, га, не менее	150
Ширина междурядья в одном проходе (по центрам рядов), м	1,6 ± 0,05
Ширина минерализованной полосы в одном ряду, м	0,1; 0,3; 0,4; 0,5
Расстояние между смежными посевными местами (шаг посева), м	0,37; 0,74; 1,48
Посевной материал (семена чистые, сыпучие)	ГОСТ 14161-86, ТУ-56-226-83

Производительность труда при посадке сеянцев и саженцев в лунки, подготовленные Л-2У, повышается в 2,53 раза по сравнению с ручными инструментами: норма выработки при посадке под меч Колесова составляет 800 900 шт. в горных условиях – не выше 500 шт.), при посадке под лункообразователь – 18 002 800 шт. в смену [6].

При применении лункообразователя Л-2У возможна комбинированная посадка – сочетание на вырубке саженцев или укрупненных сеянцев (т.н. «крупномера») с обычными сеянцами. Для таежных условий РФ рекомендуемое соотношение крупномера и обычных сеянцев – в среднем 2:1.

В ПетрГУ также разработан комплект машин, состоящий из сеялки вибрационной СВУ-1,2 и корнеподрезчика ПК-1,2, для выращивания в лесных питомниках укрупненных сеянцев с открытой корневой системой [7]. Посадка укрупненных сеянцев под Л-2У сокращает затраты на восстановление леса и радикально снижает затраты на последующие уходы за посадками.

Сеялка вибрационная универсальная СВУ-1,2 (рис. 3, табл. 3) предназначена для разбросного (сплошного) и широкострочного посева семян хвойных пород с целью получения крупномерного посадочного материала (укрупненных сеянцев) без разреженной пересадки сеянцев (перешколивания).

Сеялка за один проход выравнивает поверхность поля, рыхлит почву на глубину заделки семян, уплотняет посевное ложе, распределяет семена разбросным или широкострочным способом, заделывает семена почвой и может при необходимости проводить полное или частичное уплотнение почвы над семенами [7].

При использовании в питомнике разбросной сеялки СВУ-1,2 выход укрупненного посадочного материала с 1 га повышается в 2,6 раза по сравнению с рядовыми сеялками. На 1 га площади питомника можно выращивать 1 млн шт. крупномера, т.е. в 4 раза больше, чем при выращивании саженцев в «школе» по традиционной технологии. Экономия семян при посеве под сеялку СВУ-1,2 также может быть весьма значительной: 30 кг/га против 70 кг/га по традиционной технологии (т.е. расход семян в 2,5 раза меньше).

Корнеподрезчик ПК-1,2 (рис. 4, табл. 4), состоящий из передних вертикальных и задних горизонтальных ножей, предназначен для формирования корневой системы укрупненных сеянцев с открытой корневой системой, при их выращивании без перешколивания [7].



Рис. 3. Сеялка СВУ-1,2



Рис. 4. Корнеподрезчик ПК-1,2

Исследования приживаемости и хода роста лесных культур, созданных посадочным материалом (однолетние сеянцы) с закрытой корневой системой под лункообразователь Л-2У, выполненные учеными Института леса Карельского научного центра РАН и ПетрГУ, подтвердили возможность успешного использования Л-2У для лесовосстановления с применением такого материала (подробнее – см. [8]).

В 1988 г. в Юркостровском лесничестве (Кондопожский район Республики Карелия) были заложены опытные лесные культуры ели путем посадки саженцами высотой 20–40 см с открытой корневой системой в лунки, подготовленные лункообразователем. При каменистости почвы около 50 %, лункообразователь на нераскорчеванной вырубке обеспечил подготовку качественных лунок для создания культур с густотой 4,5 тыс. шт/га (рис. 5).

Таблица 3

Техническая характеристика сеялки СВУ-1,2

Показатель	Значение
Габаритные размеры, мм	2190 × 1550 × 750
Масса, кг	400
Частота вращения вала отбора мощности, об/мин: – с трактором МТЗ-82	545–560
Крутящий момент на входном валу червячного редуктора, Н·м, не более	170
Обслуживающий персонал, чел., в т. ч.: тракторист 5-го разряда	1
Скорость движения агрегата, км/ч: – рабочая – транспортная	6,5–6,7 10–20
Производительность, га/час, не менее	0,7
Ширина захвата (по колее трактора), м	1,2–1,5
Глубина заделки семян (регулируемая), см	0–4
Норма высева (регулируемая), кг/га	20–70
Посевной материал	Семена сосны и ели, чистые, сыпучие

Таблица 4

Техническая характеристика корнеподрезчика ПК-1,2

Показатель	Значение
Габаритные размеры (с трактором МТЗ-82), мм	5400 × 2000 × 2500
Масса (без трактора), кг	480
Частота вращения вала отбора мощности, об/мин: – с трактором МТЗ-82	1013
Крутящий момент на входном валу червячного редуктора, Н·м, не более	60
Обслуживающий персонал, чел., в т. ч.: тракторист 5-го разряда	1
Скорость движения агрегата, км/ч: – рабочая – транспортная	4,26 10–20
Производительность, га/час, не менее	0,5
Ширина захвата (по колее трактора), м	1,2–1,5
Количество обрабатываемых рядов, не более	5
Возраст посадочного материала в период подрезки, лет	2–4
Порода посадочного материала	Сосна, ель

Следует отметить, что для создания лесных культур достаточно подготовить 2,0–3,0 тыс. шт/га качественных посадочных мест, с чем лункообразователь легко справляется за 1 час рабочего времени.

Наблюдения за развитием опытных культур в Юркостровском лесничестве ведут специалисты Института леса Карельского научного центра РАН, под руководством д-ра с.-х. наук Соколова А.И.



Рис. 5. Опытные лесные культуры ели в Юркостровском лесничестве Карелии

По данным Соколова А.И., лесные культуры выращивались все эти годы без агротехнических и лесоводственных уходов, сохранность культур к настоящему времени составляет около 90%. Уже к 11-му году жизни культуры не уступали по высоте листовым породам (береза, осина), растущим на контрольном участке с естественным лесовозобновлением.

По оценке Соколова А.И., лункообразователь может найти применение при создании лесных культур с использованием крупномерного посадочного материала на злаковых вырубках, для обработки почвы под содействие естественному возобновлению леса и механизированного посева на вырубках из-под сосняков лишайниковых, вересковых и брусничных, а также на влажных почвах для создания культур посадкой по пластам. При замене рабочих органов (игл) на меньший размер Л-2У может применяться для подготовки лунок для посадки семян.

Выполненные в ПетрГУ расчеты показали, что применение лункообразователя Л-2У для механизации подготовки лунок повышает производительность труда в 2,4 раза по комплексу выполняемых работ «подготовка почвы – посадка» по сравнению с ручной посадкой под меч Колесова в условиях каменистых почв, что снижает потребность в рабочей силе (особенно – в «сезонных» сажальщиках) в 1,5 раза [9].

Представленный комплекс машин был создан по государственным заказам более 30 лет тому назад, успешно прошел испытания (в т.ч. с участием иностранных специалистов) и первоначальное внедрение в производство; комплекс непрерывно совершенствуется силами работников. К сожалению, широкого распространения в лесах РФ эти машины не получили.

В статье не ставилась задача объяснить, по каким причинам лункообразователь Л-2У и другие машины комплекса оказались не востребованными в период коренного изменения всех сфер жизни страны, вызвавших в частности развал системы лесного хозяйства.

Прошло время. Ужесточаются требования государства как собственника лесов к частным лесопользователям, ведущим хозяйствование в лесах на условиях аренды. Вырубленные площади необходимо восстанавливать ценными в хозяйственном отношении породами деревьев. Для таежной зоны, где ведутся основные лесозаготовки, это сосна и ель.

Для лесопользователей, вырубивших лес, восстановить – буквально означает разместить на вырубленной площади жизнеспособные деревья в необходимом количестве, о чем уже

говорилось в статье. Интерес государства как собственника лесов заключается в том, чтобы выросли полноценные деревья ценных пород, которые снова можно передать в рубку. Промежуток между реализацией устремлений лесопользователей и собственника в условиях таежной зоны России составляет не менее 80–100 лет.

Опыт показал, что никакими экономическими или административными санкциями невозможно мотивировать арендаторов к реализации конечных интересов государства как собственника лесов.

Однако этого можно добиться, используя технологический подход, а именно внедряя интенсивное лесопользование и соответствующие ему технологии, машины и материалы для лесовосстановления.

Установлено, что деревья, посаженные крупномерным материалом в оптимальном количестве на единицу площади, успешно конкурируют в росте с нежелательной растительностью и при минимальных затратах образуют вновь покрытую лесом площадь. Заботы владельца леса в лице государственных организаций (лесничеств) в этом случае понадобятся для наблюдения за ходом роста нового леса и организации его хозяйственного использования.

Отдельные лесопользователи не располагают возможностями для решения государственной проблемы – технологического обеспечения и технического перевооружения такой отрасли общественного производства как лесное хозяйство. Однако лесопользователи охотно инвестируют в приобретение машин и технологий, удовлетворяющих их потребности в рамках принадлежащего им производства.

Таким образом, забота о технологическом обеспечении отрасли в целом остается, как и в дореформенной России, прерогативой государства, в т. ч. и как доминирующего собственника лесов.

Предлагаемый комплекс машин и технологий для восстановления леса предоставляет государству и многочисленным лесопользователям технологическую основу для эффективной механизации воспроизводства лесов в условиях интенсификации лесопользования.

С рекомендациями по практическому применению предлагаемого комплекса в различных условиях можно ознакомиться в работах [6, 7, 9].

Выводы

Таким образом, для эффективной механизации лесовосстановительных работ в условиях интенсификации использования и воспроизводства лесов созданы достаточные технологические и технические предпосылки.

Применение разработанного в ПетрГУ комплекса машин на базе лункообразователя Л-2У позволяет:

- снизить расходы бюджета и бизнеса на восстановление леса;
- снизить затраты труда и времени на восстановление леса;
- повысить долю лучших отечественных машин в лесу;
- реализовать идею интенсификации лесопользования.

Следует признать, что внедрение представленного комплекса машин в практику лесного хозяйства требует поддержки со стороны государства.

Список литературы

1. Концепция интенсивного использования и воспроизводства лесов. СПб.: ФБУ «СПбНИИЛХ», 2015. 16 с.
2. Романов Е.М. Состояние и проблемы воспроизводства лесов России / Е.М. Романов, Н.В. Еремин, Т.В. Нуреева // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2007. № 1. С. 5–14.
3. Ежегодный доклад о состоянии и использовании лесов Российской Федерации за 2012 год. М., 2012. 123 с.

4. Романюк Б.Д. Создание стратегии разработки системы лесохозяйственных и природоохранных нормативов для Средне-таежного лесного района северо-запада России для внедрения модели устойчивого интенсивного лесного хозяйства / Б.Д. Романюк // Стратегия разработки системы лесохозяйственных и природоохранных нормативов для Средне-таежного лесного района с целью внедрения модели устойчивого интенсивного лесного хозяйства. Материалы «круглого стола», 18 марта 2013 г., г. Санкт-Петербург. Сост. Н.М. Шматков. М., 2013. С. 29–42.
5. Лопатин Е. Методика выявления лесных участков, наиболее перспективных для ведения интенсивного устойчивого лесного хозяйства / Е. Лопатин // Устойчивое лесопользование. 2016. № 2. С. 16–24.
6. Рекомендации по восстановлению леса на вырубках с использованием лункообразователя Л-2У / А.В. Родионов, А.И. Соколов, В.А. Харитонов, А.М. Цыпук, А.Э. Эгипти. ПетрГУ. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2006. 52 с.
7. Цыпук А.М. Повышение эффективности лесовосстановительных работ ресурсосберегающей технологией: Дис. д-ра техн. наук / А.М. Цыпук; ПетрГУ. СПб., 1996. 299 с.
8. Опыт реконструкции лиственных малоценных молодняков без обработки почвы в условиях Южной Карелии / О.И. Гаврилова, М.Н. Тришкин, А.И. Соколов, А.М. Цыпук, А.Л. Юрьева // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2008 № 2. С. 75–79.
9. Родионов А.В. Рубка и восстановление леса на основе ресурсосберегающей технологии / А.В. Родионов. М.: Флинта: Наука, 2006. 276 с.

References

1. *Kontsepsiya intensivnogo ispol'zovaniya i vosproizvodstva lesov* [The concept of intensive use and reproduction of forests] *SPb. FBU «SPbNIIKKh»* [SPb. FBE SPbFRI], 2015. 16 p.
2. Romanov E.M. (2007) *Sostoyanie i problemy vosproizvodstva lesov Rossii. Pod. red. E.M. Romanov, N.V. Eremin, T.V. Nureeva* [State and problems of reproduction of forests in Russia. Ed. E.M. Romanov, N.V. Eremin, T.V. Nureyeva] *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie*. [Bulletin of the Volga State Technological University. Series: Forest. Ecology. Nature management]. No. 1, pp. 5–14.
3. *Ezhegodnyy doklad o sostoyanii i ispol'zovanii lesov Rossiyskoy Federatsii za 2012 god* [Annual report on the state and use of forests of the Russian Federation for 2012]. Moscow, 123 p.
4. Romanyuk B.D. (2013) *Sozdanie strategii razrabotki sistemy lesokhozyaystvennykh i prirodookhrannykh normativov dlya Sredne-taezhnogo lesnogo rayona severo-zapada Rossii dlya vnedreniya modeli ustoychivogo intensivnogo lesnogo khozyaystva. Pod. red. B.D. Romanyuk* [Creation of a strategy for the development of a system of forestry and environmental standards for the Middle Taiga Forest Region of North-West Russia for the introduction of the model of sustainable intensive forestry. Ed. B.D. Romanyuk] *Strategiya razrabotki sistemy lesokhozyaystvennykh i prirodookhrannykh normativov dlya Sredne-taezhnogo lesnogo rayona s tsel'yu vnedreniya modeli ustoychivogo intensivnogo lesnogo khozyaystva. Materialy «kruglogo stola», 18 marta 2013 g., g. Sankt-Peterburg. Sost. N.M. Shmatkov* [Strategy for the development of a system of forestry and environmental standards for the Middle Taiga Forest Region with the aim of introducing a model of sustainable intensive forestry. Materials of the round table, March 18, St. Petersburg. Comp. N.M. Shmatkov]. Moscow, pp. 29–42.
5. Lopatin E.A. (2016) *Metodika vyyavleniya lesnykh uchastkov, naibolee perspektivnykh dlya vedeniya intensivnogo ustoychivogo lesnogo khozyaystva. Pod. red. E. Lopatin* [Method for identifying forest areas that are most promising for conducting intensive sustainable forestry. Ed. E. Lopatin] *Ustoychivoe lesopol'zovanie* [Sustainable forest management]. No. 2, pp. 16–24.
6. Rodionov A.V., Sokolov A.I., Kharitonov V.A., Tsyuk A.M., Egipiti A.E. (2006) *Rekomendatsii po vosstanovleniyu lesa na vyrubkakh s ispol'zovaniem lunkoobrazovatelya L-2U* [Recommendations for the restoration of forests on fellings using the hole digger L-2U] *PetrGU. Petrozavodsk: Izd-vo PetrGU* [PetrSU. Publishing house PetrSU]. Petrozavodsk. 52 p.
7. Tsyuk A.M. (1996) *Povyshenie effektivnosti lesovosstanovitel'nykh rabot resursosberegayushchey tekhnologiy: Dis. d-ra tekhn. nauk. A.M. Tsyuk* [Increase of efficiency of reforestation works by resource-saving technology: Thesis of Ph. D. of Engineering A.M. Tsyuk] *PetrGU* [PetrSU]. St. Petersburg, 299 p.

8. Gavrilova O.I., Trishkin M.N., Sokolov A.I., Tsypuk A.M., Yurieva A.L. (2008) *Opyt rekonstruktsii listvennykh malotsennykh mladnyakov bez obrabotki pochvy v usloviyakh Yuzhnoy Karelii* [Experience of reconstruction of deciduous low-value young growth plants without soil treatment in the conditions of South Karelia] *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Scientific Papers of Petrozavodsk State University]. Petrozavodsk. No. 2, pp. 75–79.

9. Rodionov A.V. (2006) *Rjubka i vosstanovlenie lesa na osnove resursosberegayushchey tekhnologii. Pod. red. A.V. Rodionov* [Felling and restoration of forests based on resource-saving technology. Ed. A.V. Rodionov] *Flinta. Nauka* [Flinta. Nauka]. Moscow. 276 pp.