

По итогам работы можно сделать следующие выводы:

- защитный слой на основе природного минерала имеет высокие показатели рентгенозащитных свойств при мощности излучения в диапазоне 20–100 KeV;
- облицовочный материал, полученный методом тиснения можно рекомендовать для придания декоративных свойств различным монолитным и композиционным конструкционным материалам;
- использование защитного слоя на основе природного минерального наполнителя позволяет расширить область применения композиционных материалов с рентгенозащитными свойствами [2], в частности при отделке помещений и изделий специального назначения (перегородок, ширм, жалюзи и т.п.).

Библиографический список

1. Шишкина С.Б. Определение защитных свойств от рентгеновского излучения лакокрасочной композиции на основе природного минерала / С.Б. Шишкина, К.С. Соломенин, И.В. Яцун // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века. труды евразийского симпозиума. – Екатеринбург. – 2010. – С. 141–144.
2. Ветошкин Ю.И. Конструкции и эксплуатационно-технологические особенности композиционных рентгенозащитных материалов на основе древесины: монография / Ю.И. Ветошкин, И.В. Яцун, О.Н. Чернышев; – Екатеринбург: УГЛТУ, 2009. – 148 с.

С.Б. Якимович, М.А.Тетерина
УГЛТУ, Екатеринбург, РФ
jak.55@mail.ru, tetatet-marya@mail.ru

СОХРАНЕНИЕ ПОДРОСТА И СИНХРОНИЗАЦИЯ МАШИН В СИСТЕМЕ «ХАРВЕСТЕР – ФОРВАРДЕР» (UNDERGROWTH CONSERVATION AND SYNCHRONIZATION OF MACHINES IN SYSTEM «HARVESTER – FORWARDER»)

В работе изложены результаты промышленных экспериментов по внедрению нового способа заготовки сортиментов с целью сохранения продуктивности лесной среды и синхронизации работы лесных комплексов по производительности. Приведены технологические схемы заготовки сортиментов, используя систему харвестер и форвардер. Дано обоснование повреждения хвойного подроста на лесосеке при обрезке сучьев и раскряжевке. Выявлено снижение цикловой производительности харвестера и обеспечение повышения загрузки системы машин.

The article contains results of experiments on the introduction a new method of harvesting assortments, allowing keeping the forest environment and synchronizing harvesting machines in performance. The technological scheme of harvesting machines assortments system harvester and forwarder. Substantiated damage growth on felling for limbing and crosscut. Defined slow performance and increase the harvester system loading machines.

Результаты проведенных промышленных экспериментов [1, 2] свидетельствуют, что несогласованность по производительности транспортных и обрабатывающих машин в системах для заготовки сортиментов достигает 60 %. При этом единовременная потребность в таких комплектах для России составляет около 4000 шт., а стоимость одного комплекта примерно 25 млн рублей. Изложенное подтверждает недостаточную эффективность применяемых отраслевых методик рационального комплектования систем, в соответствии с которыми согласование машин по производительности (синхронизация) выполняется посредством управления целочисленными переменными – количеством машин,

коэффициентом сменности. Кроме того, методики, обеспечивающие одновременно синхронизацию машин и сохранение продуктивности лесной среды, отсутствуют.

Управление схемами и приемами работы машин в лесозаготовительных системах обеспечивает сохранение продуктивности лесной среды, а также определяет их производительность. В связи с изложенным разработан новый способ заготовки сортиментов [3], обеспечивающий синхронизацию машин и сохранение подроста. Для оценки эффективности способа выполнены опытно-промышленные рубки [4].

Условия и методика оценки эффективности нового способа заготовки сортиментов

Экспериментальная оценка эффективности нового способа заготовки сортиментов выполнена в июле 2011 г. на территории Акчимского участкового лесничества ГКУ «Вайское лесничество» на базе арендуемых лесных участков (квартал 240, делянка № 5, выдел 7, площадь 24,4 га) и парка машин (харвестер John Deer 1270, форвардер John Deer 1410, операторы с опытом работы 3 года) ОАО «Соликамскбумпром» в следующих природно-производственных условиях: состав древостоя БЭЗПБ+К, запас 150 м³/га, уклон 5°, ширина волоков 5 м.

Заготовка сортиментов выполнялась традиционным (рис. 1) и патентно защищенными способами (рис. 2, 3). При заготовке сортиментов традиционным способом поваленное дерево размещалось в направлении, перпендикулярном оси волока. При этом порубочные остатки располагались как на волоке, так и на пасаеке в зоне размещения кроны поваленного дерева. Заготовка сортиментов патентно защищенным способом осуществлялась следующим образом. Харвестер 1 выполнял валку деревьев 3 вперед (см. рис. 2, а) или назад (см. рис. 3, а) под углом к волоку 2, обеспечивающим направленную валку вершиной на волок. Кроме того, при валке комлевая часть дерева поднималась над землей манипулятором 4 харвестера. После валки поднятая над землей комлевая часть поваленного дерева 5 переносилась к волоку (см. рис. 2, б, 3, б) таким образом, чтобы обеспечить компактное расположение сортиментов в пачках 7 за пределами куртин подроста 6. В том случае если переноса комлевой части поваленного дерева по направлению к волоку было недостаточно для соблюдения указанных условий, осуществлялся переезд харвестера и подтаскивание дерева вдоль волока. Затем выполнялась обрезка сучьев и раскряжевка. При этом сучья и вершины 8 располагались на волоке (см. рис. 2, б, 3, б).

С целью количественной оценки эффективности мер по сохранению подроста при заготовке сортиментов описанными способами выполнено обследование естественного возобновления леса под пологом и после рубки [4]. Учет естественного возобновления проводился глазомерно-измерительным способом [5]. Обследование проводилось на прямоугольных пробных площадках размером 20 м² (длина 5 м, ширина 4 м). Под пологом леса учет выполнен на 32 пробных площадках, после рубки по традиционному способу – на 30 площадках, по патентно защищенному – на 28. В связи с тем, что сохранение подроста на волоках невозможно, также выполнена оценка количества и сохранности подроста на пасаеках.

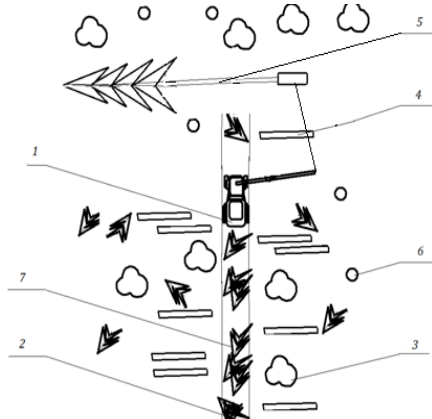


Рис. 1. Технологическая схема заготовки сортиментов традиционным способом:

- 1 – харвестер; 2 – волок;
- 3 – стоящие деревья; 4 – сортименты;
- 5 – поваленное дерево;
- 6 – подрост; 7 – порубочные остатки

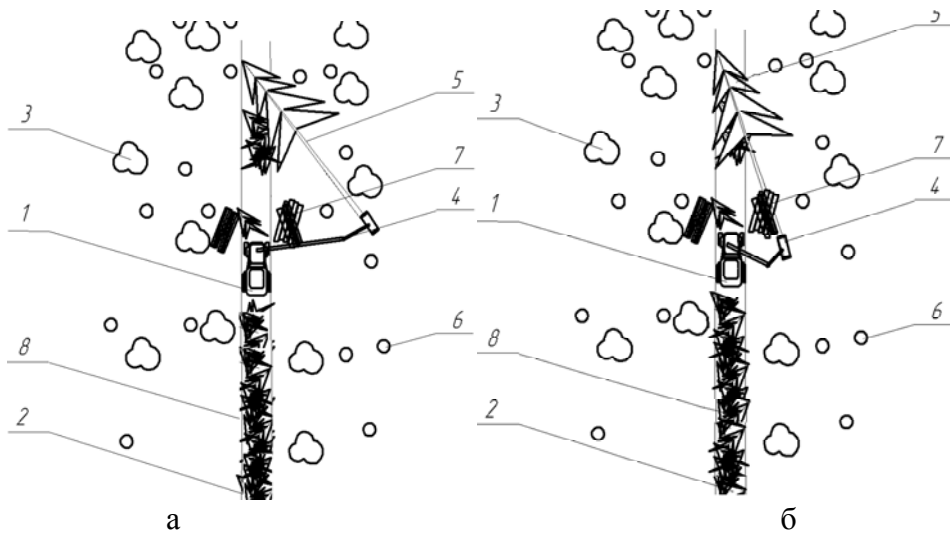


Рис. 2. Технологическая схема заготовки сортиментов способом по патенту РФ № 2365093 (а – валка стоящего перед машиной дерева, б – обрезка сучьев и раскряжевка дерева, поваленного на расположенную перед машиной часть волока):

- 1 – харвестер; 2 – волок; 3 – стоящие деревья; 4 – манипулятор харвестера;
- 5 – поваленное дерево; 6 – куртины подроста; 7 – пачки сортиментов;
- 8 – порубочные остатки

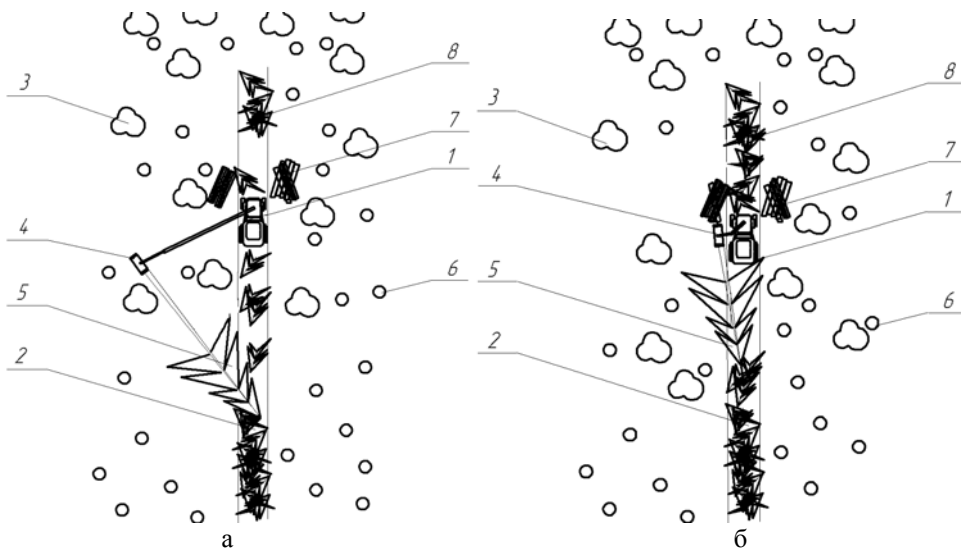


Рис. 3. Технологическая схема заготовки сортиментов способом по патенту РФ № 2365093 (а – валка стоящего за машиной дерева; б – обрезка сучьев и раскряжевка дерева, поваленного на расположенную за машиной часть волока):

- 1 – харвестер; 2 – волок; 3 – стоящие деревья; 4 – манипулятор харвестера;
- 5 – поваленное дерево; 6 – куртины подроста; 7 – пачки сортиментов;
- 8 – порубочные остатки

Исследование синхронизации машин в системе при работе по указанным способам реализовано по методике активного эксперимента. В качестве факторов рассматривались расстояние трелевки L , м и рейсовая нагрузка форвардера Q , шт., в качестве отклика – процент простоев машин в системе P . Для анализа зависимости между откли-

ком и факторами использована модель второго порядка и соответствующий центральный ротатбельный композиционный план [4]. Фиксирование соответствующих случайных параметров технологического процесса выполнено на основе показаний информационной системы Timbermatic харвестера и ГМС форвардера.

Результаты обследования естественного возобновления леса

Результаты обследования естественного возобновления под пологом леса и после заготовки древесины традиционным и патентно защищенным способами, представленные в табл. 1, свидетельствуют о среднем по густоте [5] лесовозобновлении как под пологом (4,6 тыс. шт/га), так и после заготовки сортиментов способом по патенту (2,9 тыс. шт/га). После заготовки традиционным способом сохраняется редкое лесовозобновление (1,7 тыс. шт/га). Среднее по густоте возобновление хвойных пород (3,5 тыс. шт/га) сохраняется также после заготовки патентно защищенным способом (2,8 тыс. шт/га), после заготовки традиционным способом возобновление хвойных пород классифицируется как редкое (1,3 тыс. шт/га). Доля жизнеспособного подростка в общем количестве хвойного подростка под пологом леса составила 70 % (3,5 тыс. шт/га при количестве хвойного подростка 5 тыс. шт/га). После рубки по традиционной технологии жизнеспособный подросток составил 62 % (1,3 тыс. шт/га при количестве хвойного подростка 2,1 тыс. шт/га), после рубки по патентно защищенному способу – 72 % (2,8 тыс. шт/га при количестве хвойного подростка 3,9 тыс. шт/га).

В соответствии с «Правилами лесовосстановления» [6] для условий Северо-Уральского района характеристика сохраненного подростка после заготовки сортиментов патентно защищенным способом (количество жизнеспособного подростка ели и пихты при оценке с учетом коэффициентов пересчета мелкого и среднего подростка в крупный – 2,2 тыс. шт/га) обеспечивает естественное лесовосстановление путем мероприятий по сохранению подростка. После заготовки сортиментов традиционным способом требуется минерализация почвы или комбинированное лесовосстановление (количество жизнеспособного подростка ели и пихты при оценке с учетом коэффициентов пересчета мелкого и среднего подростка в крупный – 0,9 тыс. шт/га).

Сравнительный анализ сохранности подростка (табл. 2) свидетельствует, что патентно защищенный способ обеспечивает ее повышение. Особенно значительно повысилась сохранность жизнеспособного хвойного подростка на пасаках – на 49 % (с 47 % до 96 %). Таким образом, заготовка сортиментов способом по патенту РФ № 2365093 обеспечила соблюдение требований п. 51 «Правил заготовки древесины» [7] по сохранению подростка «...хозяйственно-ценных пород на площадях, не занятых погрузочными пунктами, трассами магистральных и пасечных волоков, дорогами, производственными и бытовыми площадками, в количестве не менее 70 % при проведении сплошных рубок». При этом заготовка сортиментов традиционным способом соблюдение данных требований не обеспечила.

Таблица 1

Количество подростка под пологом леса и после заготовки древесины традиционным способом и способом по патенту РФ №2365093, тыс. шт/га

Вид подростка	Под пологом леса	После заготовки древесины традиционным способом	После заготовки древесины способом по патенту РФ № 2365093
Подрост	6,1	2,6	4,1
Хвойный подрост	5,0	2,1	3,9
Подрост березы	1,1	0,5	0,2
Подрост на пасаках	-	3,3	5,0

Вид подроста	Подпологом леса	После заготовки древесины традиционным способом	После заготовки древесины способом по патенту РФ №2365093
Хвойный подрост на пасаках	-	2,7	4,8
Жизнеспособный подрост	4,64	1,72	2,9
Сомнительный подрост	0,92	0,53	0,8
Нежизнеспособный подрост	0,52	0,3	0,4
Жизнеспособный хвойный подрост	3,53	1,3	2,8
Сомнительный хвойный подрост	0,92	0,5	0,7
Нежизнеспособный хвойный подрост	0,52	0,3	0,4
Жизнеспособный хвойный подрост на пасаках	-	1,65	3,4
Сомнительный хвойный подрост на пасаках	-	0,7	0,9
Нежизнеспособный хвойный подрост на пасаках	-	0,37	0,5
Мелкий подрост	2,33	1,0	1,1
Средний подрост	2,72	1,0	2,2
Крупный подрост	1,03	0,6	0,8

Таблица 2

Сохранность подроста после заготовки древесины традиционным способом и способом по патенту РФ №2365093, %

Вид подроста	После заготовки древесины традиционным способом	После заготовки древесины способом по патенту РФ №2365093	Разность
Подрост	43	67	24
Хвойный подрост	42	78	36
Подрост на пасаках	54	82	28
Хвойный подрост на пасаках	54	96	42
Жизнеспособный хвойный подрост	37	79	42
Сомнительный хвойный подрост	54	76	22
Нежизнеспособный хвойный подрост	58	77	19
Жизнеспособный хвойный подрост на пасаках	47	96	49
Сомнительный хвойный подрост на пасаках	76	98	22
Нежизнеспособный хвойный подрост на пасаках	71	96	25

Результаты исследования синхронизации машин в системе

Анализ результатов исследования синхронизации машин в системе (табл. 3) при работе по указанным способам выполнен на модели второго порядка с оценкой главных эффектов и эффектов взаимодействия. По результатам дисперсионного анализа [4] установлено, что статистически значимыми являются линейные эффекты расстояния транспортировки L , м и рейсовой нагрузки форвардера Q , шт., и квадратичный эффект расстояния транспортировки (рис. 4, 5).

При работе по новому способу процент простоев более производительного харвестера снижается в среднем на 11 %, что связано с повышением средней продолжительности получения одного сортимента харвестером с 22,60 секунд при работе по традиционному способу до 26,82 секунд при работе по патентно защищенному способу. Снижение производительности харвестера при работе по патентно защищенному способу сравнительно с традиционным связано с более тщательным выполнением опера-

тором приемов заготовки сортиментов и отсутствием навыка работы по данному способу, а также со снижением ширины пасаки с 18–19 метров до 16–17.

Таблица 3

Результаты экспериментального исследования синхронизации машин в системе

№ опыта	Рейсовая нагрузка форвардера Q , шт.	Расстояние трелевки L , м	Процент простоев P при заготовке сортиментов традиционным способом	Процент простоев P при заготовке сортиментов способом по патенту РФ № 2365093
1	70	200	38,4	26,9
2	70	600	59,6	52,1
3	120	200	30,8	15,9
4	120	600	48,5	38,9
5	60	400	54,5	45,9
6	130	400	39,6	28,3
7	95	117	27,5	12,4
8	95	683	5,6	47,7
9(С)	95	400	45,2	35,0
10(С)	95	400	45,5	35,3

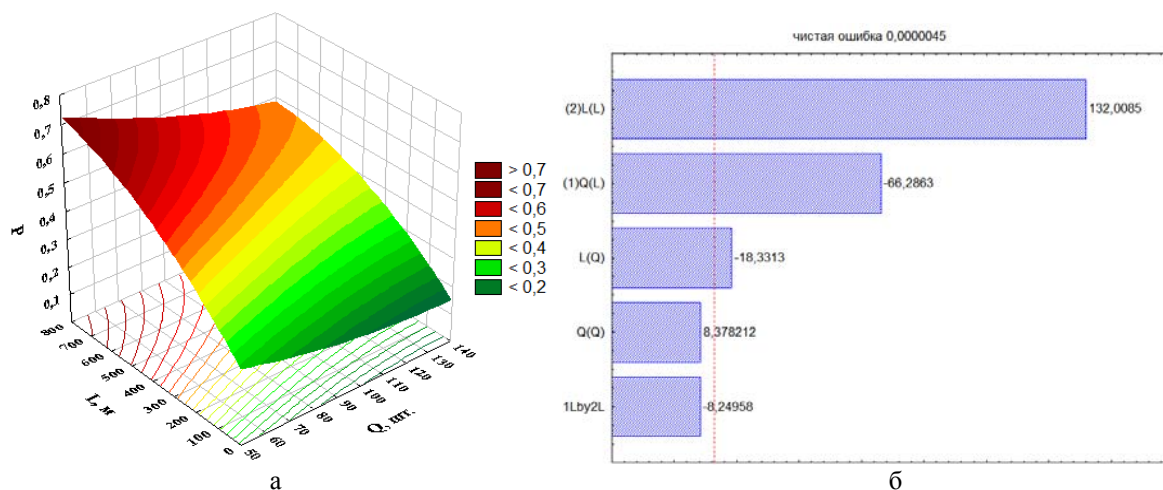


Рис. 4. График поверхности отклика (а) и карта Парето (б) эффектов факторов эксперимента по синхронизации при заготовке сортиментов традиционным способом

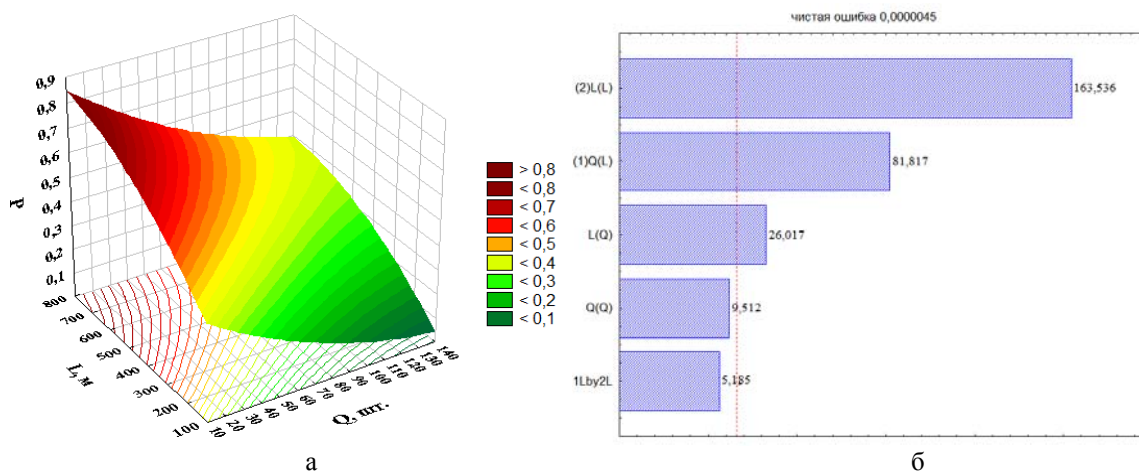


Рис. 5. График поверхности отклика (а) и карта Парето (б) эффектов факторов эксперимента по синхронизации при заготовке сортиментов способом по патенту РФ № 2365093

Выводы

1. Валка вершиной на волок без приземления комлевой части дерева, а также компактное размещение сортиментов с учетом расположения куртин хвойного подроста при заготовке сортиментов патентно защищенным способом обеспечили почти полное сохранение хвойного подроста на пасаках. Валка вершиной на пасаку при заготовке сортиментов традиционным способом привела к повреждению значительной части хвойного подроста на пасаках при обрезке сучьев и раскряжевке, в ходе которых крона поваленного дерева перемещается по площади пасаки.

2. В соответствии с «Правилами лесовосстановления» количество сохраненного подроста после заготовки сортиментов патентно защищенным способом обеспечивает естественное лесовосстановление путем мероприятий по сохранению подроста. Заготовка сортиментов способом по патенту РФ № 2365093 обеспечила также соблюдение требований «Правил заготовки древесины» по сохранению подроста хозяйственно-ценных пород на пасаках в количестве не менее 96 %.

3. При работе по традиционному способу харвестер простаивает в среднем 45 % времени при полной загрузке форвардера. Снижение цикловой производительности харвестера на 16 % при работе по новому способу снижает простои харвестера до 34 % и обеспечивает повышение загрузки системы на 11 % с одновременным сохранением подроста до уровня, обеспечивающего естественное лесовозобновление.

Библиографический список

1. Якимович С.Б. Синхронизация обрабатывающе-транспортных систем заготовки и первичной обработки древесины: монография / С.Б. Якимович, М.А. Тетерина. – Йошкар-Ола, 2011. – 201 с.

2. Якимович С.Б. Экспериментальная оценка синхронизации обрабатывающе-транспортной системы «харвестер–форвардер» / С.Б. Якимович, М.А. Тетерина // Лесной Вестник. – М.: МГУЛ. – 2008. – № 4. – С. 48–51.

3. Пат. 2365093 РФ. Способ заготовки сортиментов машиной манипуляторного типа / С.Б. Якимович, В.В. Груздев, В.Н. Крюков, М.А. Тетерина. – № 2008107195/12; заявл. 26.02.2008; опубл. 27.08.2009, Бюл. № 24. – 9 с.: 4 ил.

4. Оптимально функциональные синхронизированные транспортно-обрабатывающие системы и управление ими: отчет о НИР (промежуточный, 2 этап) / МарГТУ; рук. Якимович С.Б.; исполн.: К.С. Якимович, М.А. Тетерина, В.В. Груздев [и др.]. – Йошкар-Ола, 2011. – 124 с.

5. Лесоустроительная инструкция (Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти от 14 июля 2008 г. N 28): утв. приказом МПР РФ от 6 февраля 2008 г. № 31 введ в действие с 24.08.2008. – М., 2008.

6. Правила лесовосстановления (Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти от 1 октября 2007 г. № 40): утв. приказом МПР РФ от 16 июля 2007 г. № 183: введ в действие с 10.10.2007. – М., 2007.

7. Правила заготовки древесины: зарег. в Министерстве юстиции Российской Федерации 30 декабря 2011 г, рег. № 22883; утв. приказом ФАЛХ РФ от 1 августа 2011 г. № 337: введ в действие с 31.01.2012. – М., 2011.