

Методика и оценка размерных параметров лесоматериалов путем анализа stm-файлов многооперационных лесных машин на гусеничном ходу

К.Д. Жук^{1a}, Ф.В. Свойкин^{1b}, С.А. Угрюмов^{1c}, В.Ф. Свойкин^{2d}

¹ Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, Институтский, 5, Санкт-Петербург, Россия

² Сыктывкарский лесной институт (филиал) Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, Ленина, 39, Республика Коми, Россия

^a zhuk_kd@mail.ru, ^b svoykin_fv@mail.ru, ^c ugr-s@yandex.ru, ^d svoykinvf@mail.ru

^a <https://orcid.org/0000-0003-0619-1242>, ^b <https://orcid.org/0000-0001-8989-4626>,

^c <https://orcid.org/0000-0002-8077-3542>, ^d <https://orcid.org/0000-0001-8989-4626>

Статья поступила 23.03.2021, принята 17.04.2021

В статье рассмотрен вопрос оценки размерных параметров лесоматериалов, получаемых в процессе лесозаготовки по сортиментной скандинавской технологии с использованием валочно-сучкорезно-раскряжевочных машин с гусеничным движителем и колесного сортиментоподборщика разных производителей. Известно, что при раскряжевке ствола на сортименты значительная часть древесины идет на откомлевки, длина которых может достигать 0,7 м и более в зависимости от конфигурации прикомлевой зоны, что существенно снижает процент выхода деловых сортиментов. Для оценки эффективности раскряжки древесного сырья и выхода готовой продукции использованы статистические данные, зарегистрированные в бортовую систему контроля-измерения валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины в формате stm. Экспериментальные данные по размерным характеристикам заготовленной древесины были получены при проведении полевых испытаний в типичных природно-производственных условиях средней тайги Республики Коми. Установлено, что отчеты по размерам стволов и объемам заготовки древесины не обладают информативностью и межплатформенностью для передачи данных между лесными машинами по StanFoD2010, поэтому для анализа файлов были применены специально разработанные программы с использованием библиотек Python 3.7.9 – numpy; matplotlib, collections. Полученные статистические данные были разделены на группы в соответствии с длинами заготовленных сортиментов. Установлено, что доля балансовой древесины составляет 77,3% от общего числа сортиментов. Для повышения выхода деловой древесины необходимо совершенствование настройки параметров харвестерной головки со снижением количества откомлевок при валке и начале протяжки ствола дерева. Совершенствование процесса раскряжки древесного сырья со снижением доли отходов на откомлевки позволяет повысить производительность многооперационных машин и конечный выход деловой древесины, уменьшить себестоимость заготовки древесины за счет снижения количества резов, износа пыльной гарнитуры, сокращения потребления топлива и наработки техники.

Ключевые слова: заготовка древесины, валочно-сучкорезно-раскряжевочная машина, гусеничный харвестер, сортимент, размерно-качественные характеристики, stm файл, откомлевка, раскрой, производительность.

Methodology and evaluation of the dimensional parameters of logs by analyzing the stm-files of tracked harvesters

K.D. Zhuk^{1a}, F.V. Svoikin^{1b}, S.A. Ugryumov^{1c}, V.F. Svoikin^{2d}

¹ St. Petersburg State Forestry University; 5, Institutsky Per., St. Petersburg, Russia

² Syktyvkar Forestry Institute of St. Petersburg State Forestry University; 39, Lenin St., Syktyvkar, Russia

^a zhuk_kd@mail.ru, ^b svoykin_fv@mail.ru, ^c ugr-s@yandex.ru, ^d svoykinvf@mail.ru

^a <https://orcid.org/0000-0003-0619-1242>, ^b <https://orcid.org/0000-0001-8989-4626>,

^c <https://orcid.org/0000-0002-8077-3542>, ^d <https://orcid.org/0000-0001-8989-4626>

Received 23.03.2021, accepted 17.4.2021

The article considers the issue of estimating the dimensional parameters of timber obtained in the process of logging using the Scandinavian sorting technology with a forwarder and tracked harvesters of different manufacturers. It is known that when bucking the trunk for logs, a significant part of the wood goes to pruning, the length of which can reach 0.7m or more, depending on the configuration of the adjacent zone of the trunk of the wood, which significantly reduces the percentage of output of logs. To evaluate the efficiency of cutting wood raw materials and the output of finished products, statistical data recorded in the onboard control system-measurements of the tracked harvesters in the stm-format are used. Experimental data on the size characteristics of the harvested wood

were obtained during field tests in the natural typical production conditions of the Middle Taiga of the Komi Republic. It is found that reports on the size of trunks and the volume of wood harvesting are not informative and cross-platform for data transfer between forest machines according to StanFoD2010, so specially designed programs were used to analyze the files using the libraries of Python 3.7.9 – numpy; matplotlib, collections. The obtained statistical data were divided into groups according to the lengths of the prepared sortings. It is established that the share of balance wood is 77.3% of the total number of grades. To increase the yield of pulp wood, it is necessary to improve the setting of the parameters of the harvester head with a reduction in the number of cuts during felling and early broaching of the tree trunk. Improving the process cutting of raw wood with a reduction in the share of waste on the trim makes it possible to increase the productivity and yield of timber, to reduce the cost of harvesting by reducing the number of cuts, wear the headset, the saw, fuel consumption and machine hours.

Keywords: wood harvesting, felling-knot-cutting-bucking machine, tracked harvester, sorting, dimensional and qualitative characteristics, stm-file, pruning, cutting, productivity.

Введение. В настоящее время в лесопромышленном комплексе РФ основной упор идет на заготовку сортиментов регламентированной длины на основании арт-матриц (в основном 4 м или 6 м с учетом припуска), установленной нормативно-технической документацией лесозаготовительного предприятия для последующей реализации потребителям или изготовления древесной продукции в соответствии с сортиментным планом [1,2]. Как правило, при заготовке древесины по сортиментной скандинавской технологии на основе применения многооперационных лесных машин (валочно-сучкорезно-раскряжевочные машины с колесным либо гусеничным движителем и колесного сортиментоподборщика) удаляются дефектные места для повышения качества получаемой продукции, поэтому качество получаемых сортиментов при условии приемлемых таксационных характеристик насаждений достаточно высокое [3].

При раскряжке ствола на сортименты харвестерной головкой (ХГ) валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины (ВСРМ) значительная часть древесины может быть отправлена оператором в мануальном режиме работы системы контроля-измерения-раскряжки на откомлевки, длина которых может достигать 0,7 м и более в зависимости от конфигурации прикомлевой зоны и качества древесины в ней с учетом грибковых, бактериологических, механических, инсекционных и других факторов [4,5]. После раскряжки прикомлевой юбки или оторцовки вместе с отпилотом дефектных мест данные обрезки, как правило, не используются в дальнейшей переработке, остаются на лесосеке и подлежат естественному перегниванию, что существенно снижает процент выхода деловых сортиментов с одного гектара арендованного лесного фонда и процент использования биомассы дерева в условиях экстенсивной модели ведения лесного хозяйства [6].

Для более полной оценки эффективности раскряжки древесного сырья при скандинавской сортиментной технологии и получения сортиментов на лесосеке и оценки выхода готовой продукции можно использовать статистические данные, записанные в бортовую систему (контроля-измерения) ВСРМ. Эти данные хранятся в формате stm-файлов двух видов – один совокупный общий файл по всей делянке, в котором находится вся собранная информация по стволам, и множество отдельных файлов ствола stm, где одному конкретному файлу соответствует один обработанный ствол дерева [7-9].

Целью работы является исследование эффективности заготовки и раскряжки сырья на сортименты много-

операционной лесной машиной. Для достижения поставленной цели проанализируем размеры получаемых сортиментов при работе ВСРМ на отдельной делянке путем расшифровки файлов ствола с расширением stm. Данные файлы сформированы по стандарту StanForD2010, в каждом из них содержатся различные коды переменных и их типы, в соответствии с которыми есть возможность корректно считать записанные размерно-качественные характеристики стволов деревьев, а также иные информативные данные по работе машины для последующего анализа с целью усовершенствования рабочих операций и повышения выхода круглых лесоматериалов.

Методика и аппаратура экспериментальных исследований. Экспериментальные данные по размерным характеристикам заготовленной древесины были получены при проведении полевых испытаний в природно-производственных условиях арендной базы предприятия ООО «СевЛесПил» (типичные природно-производственные условия средней тайги Республики Коми: Республика Коми, Корткеросский район (150 км от с. Корткерос, Постакеросское участковое лесничество, квартал 78, делянка 2, породный состав насаждений: 6СЗБОс, средний объем хлыста: 0,31 м3) ВСРМ VolvoEC210Bf на гусеничном ходу на базе экскаватора+ ХГ LogMax6000В (наработка 15 826 м/ч), система контроля-измерения Motomot [10,11] (рис. 1).



Рис. 1. ВСРМ VolvoEC210Bf на гусеничном ходу на базе экскаватора с харвестерной головкой LogMax6000В

В процессе заготовки древесины из-за отсутствия GSM-подложки и принтера возникает необходимость получения справки об объеме фактически заготовленной древесины с дифференциацией по породам, сорти-

менту, оператору и т.д. системы измерения Motomit для последующего анализа. Для этого с помощью карты флэш-памяти CompactFlash для 5" монитора либо обычной карты памяти USB для 6,5" монитора необходимо произвести комплекс следующих операций:

1. Включить Motomit, войти в основное меню.
2. Вставить карту памяти в соответствующий разъем. В разделе «Базовые установки» меню «Операторы» можно записать до трех операторов. В разделе «Раскрыжки» меню «Лесосека» можно открыть до четырех лесосек. При этом, если необходимо завести новую лесосеку с теми же таблицами сортиментов, можно во вновь открытой лесосеке, нажав на кнопку в нижней части экрана, установить арт-файл из предыдущей лесосеки и продолжить работу.
3. Зайти в раздел «Вывод данных», в котором доступны следующие меню: «Объем работ», «Прочие» и «На экран». В меню «Объем работ» выбрать в верхней строке «Справку об объеме фактически заготовленной древесины» и нажать «Предварительный просмотр печати». Откроется окно «Справка измерения», в котором можно найти следующую информацию:

- текущую дату;
- модель харвестерной головки;
- установленное программное обеспечение;
- номер делянки;
- дату начала работы на делянке;
- имя водителя;
- способ измерения;
- дату последней калибровки;
- таблицу обработанной древесины с разбивкой по породам и сортиментам и общим объемом заготовленной древесины (таблица суммарная по всем работающим операторам).

Чтобы сохранить «Справку измерения» на карту памяти необходимо нажать кнопку «File» и, после того как откроется окно «Сохранить на карте», нажать «Ввод».

В меню «Прочие» доступно получение следующей информации:

- размеры сортиментов (запрограммированные таблицы раскрыжки);
- базовые установки (машинные настройки системы измерения Motomit);
- параметры калибровки;
- раскладка клавиатуры джойстиков;
- дополнительная память (информация по раскрыжке последних 2000 спиленных стволов: порода, сортимент, длина, диаметр, объем, таблица диаметров по длине ствола – первый замер через 0,5 м от распила, остальные через каждые 1 м);
- ежедневный отчет (рабочее и общее время для каждого оператора, объем заготовленной древесины каждым оператором в отдельности с момента начала работы до текущей даты);
- коды ошибок.

Все эти данные можно сохранить на карту памяти. В меню «На экран» можно посмотреть (только на мониторе) общий объем заготовленной древесины (суммарно для всех работающих операторов) с начала работы на делянке до текущей даты, объем по каждой породе и время работы операторов.

4. После того как сохранены нужные файлы на карту памяти, необходимо зайти в основное меню, извлечь карту памяти из блока МСТ, вставить карту памяти в персональный компьютер и открыть нужные сохраненные файлы.

Сохранение и загрузка настроек системы измерения Motomit выполняются в такой последовательности:

1. Включить систему измерения Motomit.
2. Зайти в основное меню и вставить в соответствующий разъем блока МСТ карту памяти.
3. После настройки параметров базовой системы измерения Motomit, настройки таблиц раскрыжки и программирования раскладки клавиатуры зайти в раздел «Передача данных», меню «Сохранение». Выбрать в правом окне тип файла ART и нажать «ОК» – «Сохранить» (таблицы раскрыжки и раскладки клавиатуры).
4. Выбрать в правом окне тип файла MAS и нажать «ОК» – «Сохранить» («машинные настройки»).
5. Для загрузки сохраненных на карте памяти настроек необходимо зайти в раздел «Передача данных» меню «Загрузка» и загрузить с нее MAS и ART файлы.

Перед загрузкой рекомендуется во избежание конфликтов с предыдущими загруженными настройками произвести очистку всей памяти в разделе «Подготовка к эксплуатации» меню «Обнуление».

Стоит отметить, что доступные отчеты не обладают информативностью, а также межплатформенностью для передачи данных между лесными машинами по StanFoD2010, поскольку предприятие применяет на заготовке ВСРМ VolvoEC210Bf на гусеничном ходу на базе Экскаватора + ХГ LogMax6000B с системой контроля-измерения Motomot, а на первичной вывозке древесины колесный сортиментоподборщик Ponsse Buffalo 8W [12] с системой контроля-управления PonsseOptiControl. Поэтому для взаимодействия лесных машин потребуется в дальнейшем разработка межплатформенного ПО.

Для анализа файлов были применены следующие библиотеки: Python 3.7.9 – numpy; matplotlib; collections [13-15].

Стоит отметить, что диджитализация лесного комплекса является актуальной задачей [16,17], решения для динамического расчета и графического представления выхода готовой продукции из отдельной части ствола предложены в работах [18-20].

Вместе с отдельным файлом каждого отдельного ствола дерева формируется один общий файл с информацией по всей заготовленной древесине, которая была зарегистрирована в ходе протяжки через харвестерную головку. На рис. 2 изображена часть общего файла STM.

```

~297 1 1 1 1 1~298 1 1 1 1~845 1 19~846 1 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800
20200608202350_33318_0~299 1 28 561 339 99~299 2 26 561 339 99~299 3 28 638 376 109~300 1 9 0 0 6~306 1
0
84907
84908
84909~306 2 0 0 0 0~361 1 1~361 2 1~361 3 0~361 4 1~361 5 200~361 6 1~540 1 1~541 1
Kuitu-541 2
2~542 1 79~543 1 1023~544 1 0 638 376 109~110 2 1~270 1 33319~270 2 0~270 3 33319~38 1
Сергей Юркин~38 4 0~38 5 0~303 2 200~269 2 10~271 2 0~272 2 399~277 2 0~273 3 103 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Q1~281 1 102~290 1 1~291 5 94~292 5 89~293 5 399~294 1 3~294 2 80~295 1 1~295 2 400~296 1 4~296 2
бал.~296 3
104~296 4 2~832 2
~297 1 1~298 1 1~845 1 6~846 1 100 150 200 250 300 350~847 1 103 102 100 100 96 96~848 1
20200608202350_33319_84910~299 1 283~299 2 283~299 3 313~300 1 0~306 1
84910~306 2 0~361 1 1~361 2 1~361 3 0~361 4 1~361 5 200~361 6 1~540 1 1~541 1
Kuitu-541 2
2~542 1 94~543 1 399~544 1 313~110 2 1~270 1 33320~270 2 0~270 3 33320~38 1
Сергей Юркин~38 4 0~38 5 0~303 2 200~269 2 10~271 2 0~272 2 1330~277 2 0~273 3 285 3 3 3 3 3 3 2 0 0
Q1~281 1 260~290 1 4~291 5 260 237 204 150~292 5 247 225 194 142~293 5 90 412 415 413~294 1 0 7 5 1~294
Unclassified
пил. кр
пил. кр
пил. сред.~296 3
0
101
101
103~296 4 0 2 2 2~832 2
0
    
```

Рис.2. Пример общего файла STM

Результаты исследований. Чтобы извлечь все данные по откомлевкам из общего STM файла, необходимо для каждого из стволов найти и прочесть код с номером 293 и типом переменной 5. На рис. 1 в красном прямоугольнике изображен код, который соответствует длине исходных сортиментов. В данном примере ствол разделен на 4 сортимента, которые имеют следующие длины: 90, 412, 415, 413.

Таким образом, пройдя последовательно по всему файлу, можно получить необходимые данные для анализа произведенных работ. В примере, который приведен показан на рис. 1, можно заметить, что одна из длин сортиментов имеет длину в 0,9 м. Данный сортимент

останется на месте заготовки, т.к. не помещается в грузовой отсек колесного сортиментоподборщика и не может быть даже дровяной древесиной. Возможно, данный сортимент и не пригоден для дальнейшей обработки, поскольку может содержать гниль. Чтобы понимать, при каких параметрах настройки харвестерной головки возможен наибольший выход полученной древесины, которая будет поставлена на баланс, необходимо проанализировать количество полученных сортиментов, разбив их на группы в соответствии с их длинами.

Пример нерационального раскроя приведен на рис.3.

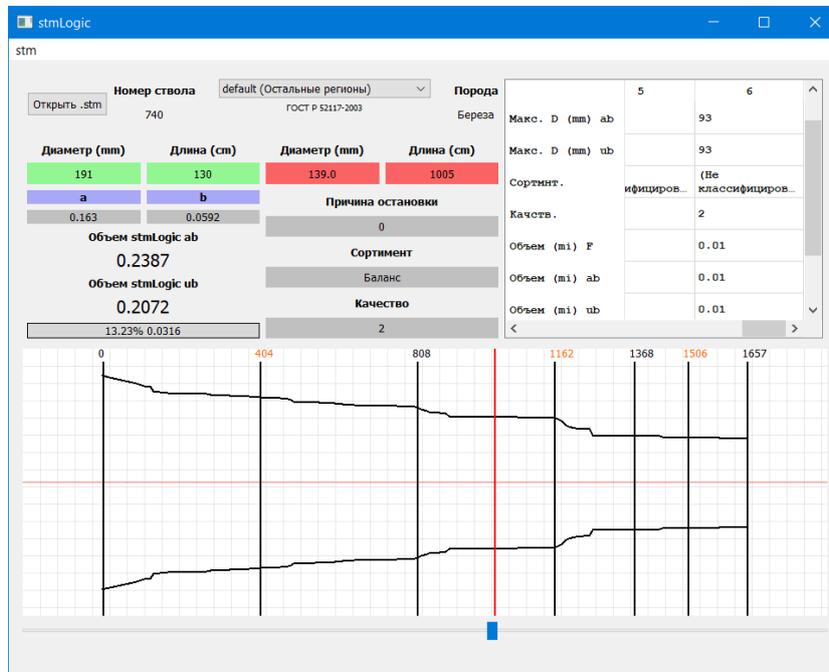


Рис. 3. Пример нерационального раскроя ствола дерева

Выделим несколько групп для распределения полученных сортиментов.

- от 0 до 0,5 м [0; 50];
- от 0,5 до 1 м [50; 100];

- от 1 до 2 м [100; 200];
- от 2 до 3,9 м [200; 390];
- от 3,9 до 4,5 м [390; 450] – балансовая древесина.

Для того чтобы информативно понимать, сколько сортиментов в какой группе находится, составим кру-

говую диаграмму с отображением распределения сортиментов по группам длин (рис.4).

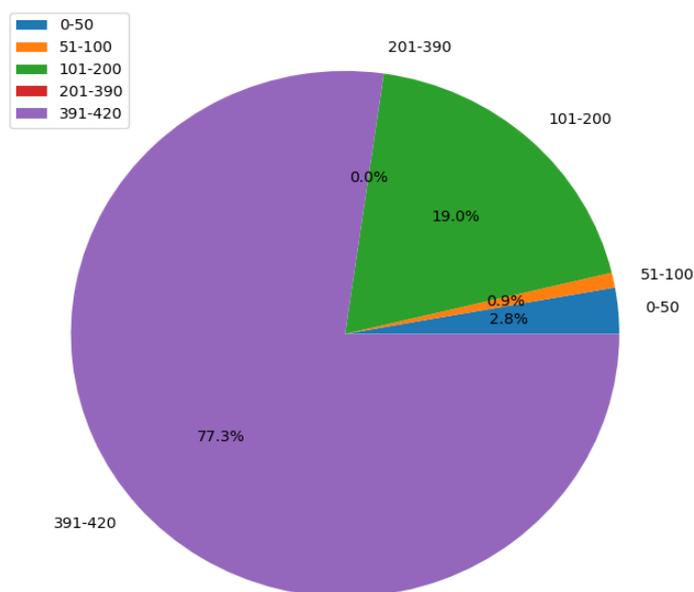


Рис. 4. Распределение сортиментов по группам длин, см

Анализ полученных данных показал, что доля полученной древесины, которая впоследствии будет поставлена на баланс, имеет 77,3% от общего числа сортиментов. Количество таких сортиментов составляет 1095, а общее число заготовленное сортиментов равно 1416. Также стоит обратить внимание на сортименты размеров от 1 до 2 м. Такие части обычно идут на откомлевку («шинкование»).

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод о том, что настройка параметров харвестерной головки нуждается в доработке, поскольку почти 23% от общего числа заготовленных сортиментов не поступает на баланс.

Стоит отметить, что рекомендации по снижению или отсутствию откомлевок при валке и начале протяжки ствола дерева через ХГ способствуют:

- повышению выхода деловой древесины, а следовательно, повышению общей производительности фазы заготовки, первичной вывозки древесины. Стоит отметить опыт скандинавских стран, где откомлевки применяют только в исключительных случаях (корневая юбка, инородные тела в древесине, заготовка древесины в условиях холмисто-грядового каменистого рельефа в условиях плохой видимости и т.д.);
- сокращению выбросов CO₂ вследствие сокращения количества резов ХГ;
- снижению себестоимости заготовки древесины за счет снижения количества резов, износа пильной гарнитуры, сокращению потребления топлива на 1м³ заготовленной древесины и на 1 м/ч наработки техники;
- возможности диджитализации и автоматизации не только процесса наведения ХГ на дерево (например, система «умной стрелы» IBC от John Deere), но и процесса валки, обрезки сучьев, раскряжевки, подсортировки древесины (на данный момент существующие системы полуавтоматической и автоматической раскряжевки несовершенны из-за частых проблем взаимо-

действия сигналов датчиков с CAN-шиной системы контроля-управления по ряду факторов, а также из-за отсутствия программных ограничений перехода оператора от полуавтоматического (автоматического) к ручному режиму раскряжевки);

- повышению сменной производительности и объема заготовленной древесины ВСПМ и, как следствие, повышению мотивации к труду операторов ВСПМ (увеличение заработной платы, престиж профессии).

Выводы. В результате проведенных исследований в типичных природно-производственных условиях средней тайги разработана методика получения информации о фактически заготовленной древесине с дифференциацией по породам, сортименту, оператору и т.д. системы измерения Motomit для ВСПМ на базе гусеничного экскаватора (без использования GSM-подложки и принтера) для последующего анализа. На основании проанализированного массива файлов ствола даны рекомендации по усовершенствованию технологического процесса. По сравнению с системами измерения на колесной (специализированной) лесозаготовительной технике, системы измерения на гусеничной (неспециализированной адаптированной технике на базе экскаватора) обладают ограниченным аппаратным инструментарием. Это заключается в ограниченной дополнительной памяти: информация по раскряжевке последних 2000 спиленных стволов: порода, сортимент, длина, диаметр, объем, таблица диаметров по длине ствола – первый замер через 0,5 м от распила, остальные через каждые 1 м. Отчеты по размерам стволов и объемам лесозаготовки не обладают информативностью, а также межплатформенностью для передачи данных между лесными машинами по StanFoD2010 (распространенные в РФ ВСПМ на гусеничном ходу Volvo, Cat и т.д. работают в паре с колесными сортиментоподборщиками других фирм-производителей с другими системами контроля-управления: Ponsse,

Rottne, Komatsu, John Deere, что затрудняет или делает невозможным обмен информацией между лесными машинами). Для повышения эффективности расшиф-

ровки файлов необходимы дополнительные настройки АРТ файлов посредством файла MAS.

Литература

1. Мехренцев А.В., Азаренок В.А., Герц Э.Ф., Залесов С.В. Сортиментная заготовка древесины. М.: ИНФРА-М, 2021. 140 с.
2. Дербин В.М., Дербин М.В. Совершенствование сортиментной заготовки древесины // Лесотехнический журнал. 2015. Т. 5. № 1 (17). С. 128-135.
3. Мохирев А.П., Зырянов М.А. Технология лесосечных работ с сортировкой порубочных остатков древесины // Системы Методы Технологии. 2015. № 3 (27). С. 118-122.
4. Герц Э.Ф. Оценка технологии лесопользования на лесосечных работах. Екатеринбург: УГЛТУ, 2003. 120 с.
5. Бобкова К.С., Перчаткин П.А., Свойкин В.Ф. Древесные ресурсы // Лесное хозяйство и лесные ресурсы Респ. Коми. М.: ИПЦ «Дизайн. Информация. Картография», 2000. С. 331-367.
6. Свойкин В.Ф., Молчанова А.А. Исследование выхода сортиментов на лесосеке в Респ. Коми // Актуальные направления науч. исследований XXI в.: теория и практика. Воронеж: ВГЛУ, 2015. Т. 3. № 9-2 (20-2). С. 258-262.
7. Мануковский А.Ю. Программные комплексы современных лесных машин // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности: сб. науч. ст. (29-30 июня 2020 г.). Казань: ООО «КОНВЕРТ», 2020. С. 57-59.
8. Самороднический А.А., Свойкин В.Ф. К вопросу обработки стволов деревьев харвестером // Февр. чтения: сб. материалов науч.-практической конф. по итогам науч.-исслед. работы 2017 г. преподавателей Сыктывкарского лесного ин-та. Сыктывкар: СЛИ, 2018. С. 167-172.
9. Мехренцев А.В., Ростовская Ю.Н., Стариков Е.Н., Капустина Ю.А. Совершенствование информ. обеспечения как фактор устойчивого развития лесного сектора // Леса России: политика, пром-сть, наука, образование: материалы третьей междунар. науч.-технической конф. СПб.: СПбГЛТУ, 2018. С. 281-284.
10. Operator's Manual. Measuring and Control System - Motomit IT 2014 (Canada: Industries Inc.), 2014. P. 160.
11. User's book - Motomit IT 2014 (Brantford, Ontario, Canada: Industries Inc.). Part No. 43636AENG. P. 160.
12. User Manual. Operator book Ponsse Buffalo (8WD) 2012 (Finland: Ponsse Oyj). P. 181.
13. Никонорова Л.И., Тимофеев М.Г., Кузнецова А.П. PYTHON как современный язык программирования // Наука и Образование. 2019. Т. 2. № 2. С. 263.
14. Sinitsyna I.V. Exploring engineering trends and technology with PYTHON // Информатизация инженерного образования ИНФОРИНО-2014: тр. междунар. науч.-методической конф. (15-16 апр. 2014 г.). М.: НИУ МЭИ, 2014. С. 11-12.
15. Alstott J., Plenz D., Bullmore E. Powerlaw: A Python package for analysis of heavy-tailed distributions. PLoS ONE. 2014. V. 9. № 1. P. e85777.
16. Hesse K. Components and systems for tractor, stacker and combine // Bosch Rexroth Mobile Training. Elchingen. February, 2003. P. 18-20.
17. Drive and Control Systems for Combine Harvesters and Forage Harvesters // Bosch Rexroth AG. 2001. RE 98071.
18. Жук К.Д., Угрюмов С.А., Свойкин Ф.В. Программа динамического расчета и графического представления выхода готовой продукции из отдельной части ствола STMLOGIC: свидетельство о рег. программы для ЭВМ 2020666691, 14.12.2020. Заявка № 2020665981 от 04.12.2020.
19. Свойкин В.Ф., Яковлев Н.Г., Молчанова А.А. Методика оценки выхода сортиментов на лесосеке // Февр. чтения: сб. материалов науч.-практической конф. проф.-преподавательского состава Сыктывкарского лесного ин-та по итогам науч.-исслед. работы в 2012 г. (18-20 февр. 2013 г.). Сыктывкар: СЛИ, 2013. С. 258-265.
20. Свойкин В.Ф., Тетерин Н.М., Матвеев А.В. Методика оценки технологии лесосечных работ в Средней тайге Респ. Коми // Февр. чтения: сб. материалов науч.-практической конф. проф.-преподавательского состава Сыктывкарского лесного ин-та по итогам науч.-исслед. работы в 2007 г. (27-28 февр. 2008 г.). Сыктывкар: СЛИ, 2008. С. 450-459.

References

1. Mekhrencev A.V., Azarenok V.A., Gerc E.F., Zalesov S.V. Billets of wood by sortiment. M.: INFRA-M, 2021. 140 p.
2. Derbin V.M., Derbin M.V. Improvement of sortiment wood harvesting // Forestry Engineering Journal. 2015. V. 5. № 1 (17). P. 128-135.
3. Mohirev A.P., Zyryanov M.A. Technology of logging operations with sorting of felling wood residues // Systems Methods Technologies. 2015. № 3 (27). P. 118-122.
4. Gerc E.F. Evaluation of forest management technology at logging operations. Ekaterinburg: UGLTU, 2003. 120 p.
5. Bobkova K.S., Perchatkin P.A., Svojkjn V.F. Arboreal resources // Lesnoe hozyajstvo i lesnye resursy Resp. Komi. M.: IPC «Dizajn. Informaciya. Kartografiya», 2000. P. 331-367.
6. Svojkjn V.F., Molchanova A.A. Research output logs on the cutting area in the Republic of Komi Actual directions of scientific researches of the XXI century: theory and practice. Voronezh: VGLTU, 2015. V. 3. № 9-2 (20-2). P. 258-262.
7. Manukovskij A.YU. Program complexes of modern forest machines // Prioritetnye napravleniya innovacionnoj deyatelnosti v promyshlennosti: sb. nauch. st. (29-30 iyunya 2020 g.). Kazan': OOO «KONVERT», 2020. P. 57-59.
8. Samorodnickij A.A., Svojkjn V.F. Treatment of trees with a harvester // Fevr. chteniya: sb. materialov nauch.-prakticheskoy konf. po itogam nauch.-issled. raboty 2017 g. prepodavatelej Syktyvkarskogo lesnogo in-ta. Syktyvkar: SLI, 2018. P. 167-172.
9. Mekhrencev A.V., Rostovskaya YU.N., Starikov E.N., Kapustina YU.A. Improving information support as a factor of sustainable development of the forest sector // Lesa Rossii: politika, prom-st', nauka, obrazovanie: materialy tret'ej mezhdunar. nauch.-tekhnicheskoy konf. SPb.: SPbGLTU, 2018. P. 281-284.
10. Operator's Manual. Measuring and Control System - Motomit IT 2014 (Canada: Industries Inc.), 2014. P. 160.
11. User's book - Motomit IT 2014 (Brantford, Ontario, Canada: Industries Inc.). Part No. 43636AENG. P. 160.
12. User Manual. Operator book Ponsse Buffalo (8WD) 2012 (Finland: Ponsse Oyj). P. 181.
13. Nikonorova L.I., Timofeev M.G., Kuznecova A.P. PYTHON as a modern programming language // Science and Education. 2019. V. 2. № 2. P. 263.
14. Sinitsyna I.V. Exploring engineering trends and technology with PYTHON // Informatizaciya inzhenernogo obrazovaniya INFORINO-2014: tr. mezhdunar. nauch.-metodicheskoy konf. (15-16 apr. 2014 g.). M.: NIU MEI, 2014. P. 11-12.
15. Alstott J., Plenz D., Bullmore E. Powerlaw: A Python package for analysis of heavy-tailed distributions. PLoS ONE.

2014. V. 9. № 1. P. e85777.
16. Hesse K. Components and systems for tractor, stacker and combine // Bosch Rexroth Mobile Training. Elchingen. February, 2003. P. 18-20.
 17. Drive and Control Systems for Combine Harvesters and Forage Harvesters // Bosch Rexroth AG. 2001. RE 98071.
 18. ZHuk K.D., Ugryumov S.A., Svojkin F.V. Program for dynamic calculation and graphical representation of the output of finished products from a separate part of the trunk STMLOGIC: svidetel'stvo o reg. programmy dlya EVM 2020666691, 14.12.2020. Zayavka № 2020665981 ot 04.12.2020.
 19. Svojkin V.F., YAKovlev N.G., Molchanova A.A. Methods of evaluation of the output of the logs on the cutting area // Fevr. chteniya: sb. materialov nauch.-prakticheskoy konf. prof.-prepodavatel'skogo sostava Syktyvkarskogo lesnogo in-ta po itogam nauch.-issled. raboty v 2012 g. (18-20 fevr. 2013 g.). Syktyvkar: SLI, 2013. P. 258-265.
 20. Svojkin V.F., Teterin N.M., Matveev A.V. Methodology for assessing the technology of logging operations in the Middle taiga of the Komi Republic // Fevr. chteniya: sb. materialov nauch.-prakticheskoy konf. prof.-prepodavatel'skogo sostava Syktyvkarskogo lesnogo in-ta po itogam nauch.-issled. raboty v 2007 g. (27-28 fevr. 2008 g.). Syktyvkar: SLI, 2008. P. 450-459.