

*Библиографический список*

1. Аналитический обзор мирового рынка робототехники 2019. – URL: [http://www.sberbank.ru/common/img/uploaded/pdf/sberbank\\_robotics\\_review\\_2019\\_17.07.2019\\_m.pdf](http://www.sberbank.ru/common/img/uploaded/pdf/sberbank_robotics_review_2019_17.07.2019_m.pdf) (дата обращения: 06.09.2020).
2. Лозовецкий В. В., Комаров Е. Г. Робототехнические комплексы – средства автоматизации технологических процессов и производств лесной промышленности: учебник / под ред. В. В. Лозовецкого. – СПб: Лань, 2020. – 568 с.
3. Побединский В. В., Кручинин И. Н., Побединский А. А. Интеллектуальная система определения диэлектрической проницаемости лесной среды при радиочастотном мониторинге // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т. 20. – № 6–2 (86). – С. 383–390
4. ГОСТ Р 60.0.0.4-2019/ИСО 8373:2012. Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения. – URL: <http://docs.cntd.ru>
5. ISO 8373:2012/Роботы и робототехнические устройства. Словарь. – ISO 8373:2012. Robots and robotic devices. Vocabulary, IDT. – URL: <http://docs.cntd.ru>

УДК 630\*3:51-7

К. Д. Жук, Ф. В. Свойкин, С. А. Угрюмов  
(K. D. Zhuk, F. V. Svoikin, S. A. Ugryumov)  
СПбГЛТУ имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург  
(SPbSFTU, Saint-Petersburg)

**К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ЛЕСОЗАГОТОВОК ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ МНОГООПЕРАЦИОННЫХ  
ЛЕСНЫХ МАШИН**

(ON THE ISSUE OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF LOGGING BY  
IMPROVING THE INFORMATION SYSTEMS OF MULTI-OPERATIONAL  
FOREST MACHINES)

*Рассмотрен принцип использования программных комплексов и программного обеспечения многооперационных лесных машин для оперативного статистического контроля объема и размерно-качественных параметров заготавливаемой древесины, а также регулирования технологических параметров работы лесозаготовительного оборудования, повышения объемов и качества заготавливаемой древесины.*

*The principle of using software systems for multi-operational forest machines for operational statistical control of the volume and size-quality parameters of harvested wood, as well as regulating the technological parameters of logging equipment, improving the volume and quality of harvested wood is considered.*

Лесные машины различных назначений, используемые в лесозаготовительной промышленности, в настоящее время практически не могут обходиться без современного технологического оборудования и специальных программных комплексов [1], а также программного обеспечения [2]. Так, например, все новые колесные валочно-сучкорезно-раскряжевочные машины John Deere серии Gc 2020 г. для российского рынка уже оборудованы в базовой комплектации оптимизированной интегрированной картографическим решением TimberMaticMaps™ [3].

Использование информационных технологий позволяет оперативно производить статистический контроль объема и размерно-качественных параметров заготавливаемой древесины, а также технических параметров работы лесозаготовительных машин [4]. Внедрение современных программ для оценки результативности лесозаготовки позволяет компаниям, работающим в лесопромышленном комплексе, тратить меньше ресурсов для подготовки специализированных кадров и операторов лесных машин и производить непрерывный мониторинг параметров работы оборудования. Грамотное использование полученных данных позволяет регулировать технологические параметры работы лесозаготовительного оборудования, повышать объемы и качество заготавливаемой древесины, что, несомненно, является положительным аспектом для экономической эффективности деятельности лесопромышленных компаний [5].

Однако с ростом скорости заготавливаемой древесины становится сложнее контролировать эффективность производимой продукции. Таким образом, появляется необходимость в создании дополнительных программных комплексов, способных корректно оценить размерно-качественные и технические параметры заготавливаемой продукции. На данный момент у производителей лесных машин имеются собственные разработки по работе с файлами, которые формируют бортовые компьютеры многооперационных лесных машин, собирая различные данные с датчиков и устройств лесных машин. К таким программным продуктам относятся:

- TimberOffice5 (John Deere, серии E,G);
- PonsseOpti4G (Ponsse);
- MaxiFleet (Komatsu Forest);
- SilviA (John Deere, серия D).

В самой бортовой системе формируется примерно 25 видов расширений для файлов (основные из которых: файлы управления маркировкой

при раскрывке (apt), файлы ствола (stm), файлы продукции (prd), файлы использования рабочего времени (drf), файлы калибровки (ktr) и т. д.), что затрудняет их расшифровку и дальнейшее практическое использование лицом, принимающим решение, из-за избыточности информации от лесной машины в единицу времени, с одной стороны, и сложностью ее интерпретации из-за необходимости большого числа дополнительных специализированных программ для формирования и открытия отчетов, с другой стороны. Задача усложняется, если парк лесозаготовительной техники укомплектован лесными машинами разных фирм-производителей или одного производителя, но разных серий (распространенное в отрасли явление), так как в этих случаях для открытия типовых отчетов с одним расширением требуются разные дорогостоящие специализированные программы. С учетом среднего срока обновления серий лесных машин (5 лет) отсутствуют межплатформенные решения по анализу заготовленной древесины за период действия проекта освоения лесов (до 10 лет), срока действия договора аренды лесного участка (49 лет). Для разработки рекомендаций лесозаготовителям для решения задачи межплатформенного анализа отчетов и в рамках данной работы для анализа функционирования многооперационных лесных машин использовали три расширения:

- stm (файл для каждого обработанного ствола);
- prd (содержит суммарный объем заготовленной продукции, разделение объема по каждому виду древесины и т.д.);
- drf (содержит время работы лесной машины, время простоя и т.д.).

Главными из них являются файлы с расширением stm, поскольку именно в них содержится информация и данные по каждому обработанному стволу в отдельности. Как stm-файлы, так и остальные построены с применением стандарта StanForD, который используется в лесной промышленности на лесных машинах при построении и заполнении файлов бортовой системы данными, которые были получены с датчиков. Исследовав около ста различных файлов, мы обнаружили, что, несмотря на наличие автоматического раскроя ствола на сортименты, довольно часто операторы прибегают к ручному раскрою, однако при этом возрастает число проходов пильного диска и увеличивается время цикла работы машины. Организация работы, при которой можно было бы избежать таких резов, способствует сокращению материальных ресурсов компании:

- за счет уменьшения износа пильного элемента;
- сокращения потребления топлива, которое затрачивается машиной в период, когда осуществляется дополнительный рез ствола.

На данный момент указанные выше пункты являются основными показателями эффективности работы лесозаготовительного оборудования.

В ходе дальнейших исследований необходимо будет собрать, проанализировать и провести статистическую обработку массивов данных,

определяемых тысячами файлов с расширением *stm*. Это позволит определить, в каких местах, а именно на какой высоте ствола дерева, наблюдаются самые частыерезы. При этом необходимо будет отсортировать все полученные данные из файлов по типам стволов, в том числе по породному составу (прежде всего ель, сосна, береза).

Проводить сортировку по породному составу необходимо, поскольку у разных пород дереварезы могут быть выполнены на различной высоте. То есть высота, которая будет являться для одного типа нормой для выполнения поперечного реза, для другого будет несвойственной. Также необходимо учесть, что все исходные данные должны быть из одного и того же региона, поскольку для разных областей страны древостои могут различаться по основным размерно-качественным характеристикам.

Проводить дальнейшее исследование планируется с использованием объектно-ориентированного языка программирования Python. В качестве среды программирования было выбрано PyCharm и Spyder. У обоих из них есть возможность бесплатного использования. Язык Python также поставляется с открытого типа лицензией. Выбор именно этого языка программирования был сделан потому, что для исследовательских целей он является самым удобным и широко используемым. Также под данный язык написано достаточно обширное количество библиотек, некоторые из которых пригодились в обработке результатов, полученных с бортовых систем.

Вопрос повышения эффективности лесозаготовок путем грамотного использования имеющихся цифровых данных с бортовых компьютеров, а также совершенствования информационных систем многооперационных лесных машин является актуальным, поскольку в лесопромышленном комплексе объемы заготавливаемой древесины ежегодно растут, что приводит к необходимости использования программного обеспечения, способного эффективно контролировать работу лесных машин, поскольку их операторами могут приниматься решения, влекущие за собой упущенную прибыль для компании.

#### *Библиографический список*

1. Евдокимов Б. П., Кормщикова З. И. Зарубежные лесные машины. – Сыктывкар: СЛИ, 2007. – 161 с.
2. Walsh D. Quantifying the value recovery improvement using a harvester optimizer // CRC for Forestry Bulletin. – 2012. – 4 p.
3. TimberMatic Maps. Operator's manual. John Deere TimberMatic Maps. – Finland, 2020. – 126 p.
4. Герасимов Ю.Ю., Сенькин В.А., Вятайнен К. Производительность харвестеров на сплошных рубках // Resources and Technology. – 2012. – №2. – Т. 9. – С. 82–93.

5. Программные комплексы современных лесных машин / А. Ю. Мануковский, М. В. Зорин, С. Е. Рудов, О. А. Куницкая, И. В. Григорьев // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности: сборник научных статей. – Казань: ООО «КОНВЕРТ», 2020. – С. 57–59.

УДК 630\*377

Р. Н. Ковалев  
(R. N. Kovalev)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)  
И. М. Еналеева-Бандура  
(I. M. Enaleeva-Bandura)  
СибГУ им. М. Ф. Решетнева, Красноярск  
(RSSU, Krasnoyarsk)

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ОПТИМИЗАЦИИ  
ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ С УЧЁТОМ  
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ**  
(INFORMATION SUPPORT OF FOREST TRANSPORT SYSTEMS OPTI-  
MIZATION WITH REGARD TO UNCERTAINTIES)

*Для информационной поддержки решения задачи оптимизации лесотранспортной системы предложено соответствующее математическое описание. Представлена целевая функция эффективности, разработанная с учётом неопределённостей, в качестве которых рассмотрены рискообразующие факторы.*

*The article provides the corresponding mathematical description proposed for information support of the solving the problem of the forest transport system optimization. The objective function of efficiency is presented, developed taking into account the uncertainties, which are considered as risk-forming factors.*

Наличие оптимально развитой транспортной инфраструктуры является тем необходимым условием, без которого невозможно устойчивое развитие территорий [1-2]. Планирование транспортной системы на территории лесного фонда (ТСЛФ) представляет собой многокритериальную задачу, поскольку стоимость её строительства и эксплуатации, экологическая, социальная и техническая эффективности противоречивы и несут в себе конфликт целей. Поэтому планируемую ТСЛФ и территорию предполагаемого к освоению лесного фонда необходимо рассматривать как единую