

ОБЩЕИНЖЕНЕРНЫЕ ВОПРОСЫ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

ALL-ENGINEERING QUESTIONS OF TIMBER PROCESSING COMPLEX

УДК 674.05:004.725.4

В. Н. Гаранин, Д. В. Литвинович, М. В. Садовский
Белорусский государственный технологический университет

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

В представленной работе уделено внимание проблеме технологической зависимости Республики Беларусь в деревоперерабатывающей отрасли от импортной техники, не позволяющей в конечном счете эффективно накапливать капитал за счет использования древесины.

Предлагается повысить отдачу процесса переработки древесины в Республике Беларусь путем более глубокой кооперации деревопереработчиков с машиностроительными предприятиями благодаря созданию общей электронной базы данных деталей и узлов оборудования (по принципу интернет-магазина), с обеспечением доступа к ней различных конструкторских бюро. Имея возможность использовать готовые части изделия по принципу конструктора, они получают больше возможностей в создании нестандартных изделий в небольших объемах, что особенно актуально для страны, обладающей современными технологиями машиностроения, но малым рынком сбыта продукции. В таком случае будет расти общий вклад деревоперерабатывающей отрасли в формирование валового внутреннего продукта территории добычи древесины за счет вовлечения других отраслей. Это будет способствовать снижению затрат ресурсов на закупку импортной техники, повышению загрузки предприятий-изготовителей деталей и узлов Республики Беларусь, а также послужит хорошей основой развития наукоемких технологий в области механизации и автоматизации различных технологических процессов. Данное направление также будет способствовать развитию цифровой экономики Республики Беларусь.

Ключевые слова: деталь, узел, оборудование, предприятие, база, деревопереработка, унификация.

Для цитирования: Гаранин В. Н., Литвинович Д. В., Садовский М. В. Обоснование необходимости использования базы данных деталей и узлов для производства деревоперерабатывающего оборудования // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2022. № 1 (252). С. 217–225.

V. N. Garanin, D. V. Litvinovich, M. V. Sadovskiy
Belarusian State Technological University

JUSTIFICATION OF THE NEED USING THE PARTS AND ASSEMBLIES DATABASE FOR PRODUCTION OF WOOD PROCESSING EQUIPMENT

In the presented work, to the attention of the problem of the technological dependence of the Republic of Belarus in the wood processing industry on imported equipment, which ultimately does not allow to effectively accumulate capital through the use of wood is paid.

It is proposed to increase the efficiency of the woodworking process in the Republic of Belarus through deeper cooperation of woodworkers with machine-building enterprises due to the creation of a common electronic database of equipment's parts and assemblies (on the principle of an online store), with access to it by various design bureaus. Having the opportunity to use ready-made parts of the product on the principle of the construct, designers will have more opportunities to create non-standard products in small volumes, which is especially important for a country that has modern engineering technologies, but a small market for products. In this case, the overall contribution of the wood processing industry to the formation of the gross national product of the wood production area will increase due to the involvement of other industries. First of all, this will help to reduce the cost of resources for the purchase of imported equipment, increase the productivity of

manufacturers of parts and assemblies of the Republic of Belarus, and also serve as a good basis for the development of high-tech technologies in the field of mechanization and automation of various technological processes. This direction also will contribute to the development of the digital economy of the Republic of Belarus.

Key words: part, unit, equipment, enterprise, base, wood processing, unification.

For citation: Garanin V. N., Litvinovich D. V., Sadovsky M. V. Justification of the need using the parts and assemblies database for production of wood processing equipment. *Proceedings of BSTU, issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2022, no. 1 (252), pp. 217–225 (In Russian).

Введение. Древесина, как природный материал, в современном мире приобретает все более высокую значимость в связи с экологическим трендом развития новых технологий создания и использования материалов [1–3].

Человек, как часть природного мира, должен с максимальной пользой применять древесину, и в первую очередь не только для создания условий проживания [4, 5] (использование деревянных домов, мебели из древесины и др.), но и для получения энергии [6–8] (путем сжигания, био-разложения), а также в обычной жизни (использование посуды, упаковки и др.) [9, 10]. Полный цикл применения древесины, заключающийся в ее выращивании, обработке, использовании и утилизации, позволяет значительно увеличивать ресурсный потенциал территории произрастания за счет своих полезных качеств (создание естественных условий жизни) и эффективно аккумулировать солнечную энергию, которую человек может извлечь для своих нужд путем ее, например, сжигания. В этом направлении механическая обработка и переработка является важным направлением развития технологий, особенно в стране, где значительная часть территории занята лесами [11].

Основная часть. На сегодняшний день в Республике Беларусь практически не производится оборудование и инструмент для механической обработки древесины, хотя ежегодно ведется модернизация деревоперерабатывающей отрасли страны [12, 13]. Этому способствуют различные факторы, в том числе относительно небольшой рынок, не обеспечивающий окупаемость вложений в создание производств конкретно под нужды деревообработки. Сложившаяся ситуация ведет к формированию сырьевой экономики в деревообработывающей отрасли, не позволяющей полноценно извлекать максимальную пользу от того ценного ресурса, которым располагает Республика Беларусь, – древесины. В данном направлении интересен опыт Финляндии, где большое развитие, по данным ООН [14], имеют деревообрабатывающие технологии (фанерное производство, высотное деревянное домостроение, энергетика, переработка древесных отходов и др.) [15, 16], поскольку более половины территории ее страны занимают леса. Этот пример указывает на то, что необходимо максимально перерабатывать древесину с использованием технологий, которые имеются и развиваются в стране, что в конечном

счете позволяет максимально эффективно использовать имеющееся сырье.

С целью анализа сложившейся ситуации представим взаимодействие предприятий по переработке древесины в Республике Беларусь в виде процесса UseCase (рис. 1), используя методологию описания функциональных требований [17]. В качестве субъектов деревопереработки в Республике Беларусь предлагается укрупненно рассматривать: лесохозяйственные организации [18], крупные частные деревоперерабатывающие организации [19], мелкий и средний бизнес деревообработки [20] и крупные государственные деревоперерабатывающие организации [21].

Представленная на рис. 1 схема показывает малую вовлеченность в процесс механизации и автоматизации деревоперерабатывающей отрасли предприятий Республики Беларусь других отраслей. Как результат, нишу механизации и автоматизации практически полностью заполняют иностранные компании [22–24], обладающие технологическим опытом работы на мировом рынке и внося значительную долю в добавленную стоимость конечной продукции из древесины вне зоны добычи сырья. Данная модель подходит для чисто сырьевых экономик, где мало развит сектор производства техники. Республика Беларусь благодаря развитию машиностроительной отрасли имеет возможность автоматизировать и механизировать процессы переработки древесины и обладает большим опытом в механизации различных отраслей (сельское хозяйство, добыча полезных ископаемых, коммунальное хозяйство и др.) [25–27]. Однако особенности малого рынка, а также специфика обработки древесины не позволяют воспользоваться имеющимися возможностями отраслей, тем самым приходится вывозить значительную часть особо ценных ресурсов за границу [28]. Как результат, значительные объемы лучшей древесины экспортируются. Этот и другие факторы вынуждают местных деревообработчиков работать в основном с менее качественным сырьем, что ведет к повышению травматизма [29] и снижению рентабельности деревоперерабатывающих производств [30]. Все это в целом снижает эффективность использования древесины и не позволяет накапливать технологический опыт и другие ресурсы за счет ее переработки.

Решение данной проблемы находится в развитии собственных производств деревоперерабатывающего

оборудования и инструмента в условиях относительно малого рынка сбыта и высокой конкуренции с импортной техникой, которая обладает высоким качеством продукции. Только объединив усилия всех отраслей производств, войдя в совместную кооперацию, можно решить проблему застоя производства деревоперерабатывающей техники. Начало описания проблемы представлено в следующей работе [31].

Анализируя схему, представленную на рис. 1, обратим внимание на работу конструкторских бюро, которые разрабатывают новую технику под различные задачи. При разработке оборудования в первую очередь конструкторы стараются максимально использовать принцип унификации, что позволяет значительно упростить процесс проектирования, не вдаваясь в подробности разработки деталей и узлов [32, 33]. Каждое предприятие имеет свой перечень выпускаемых деталей [34, 35]. При обмене происходит расширение их возможностей (что и наблюдается между металлообрабатывающими предприятиями, входящими в холдинги) [36–38]. Однако данный круг взаимодействия охватывает только конструкторские

бюро внутри холдингов, не затрагивая организации, не связанные с процессами производства деталей и узлов. Появление конструкторов, способных независимо от производителя деталей и узлов конструировать оборудование, будет способствовать расширению перечня механизации процессов экономике. Такое изменение можно сравнить с постройкой дома любой конструкции. В данном случае роль строителя выполняет конструктор, а стройматериалы – детали и узлы оборудования. При применении данной аналогии приобретение деталей можно организовать подобно приобретению строительных материалов, например, через интернет-площадку [39]. Подобные работы уже ведутся некоторыми западными фирмами, выполняющими роль «хабов» деталей и узлов различных мировых производителей [40–42]. Используя их данные, а также моделирование процессов [43–45], можно конструировать оборудование под различные задачи.

С точки зрения SWOT анализа данное изменение будет иметь следующие особенности (таблица), которые влияют на изменение как внутренних, так и внешних факторов.

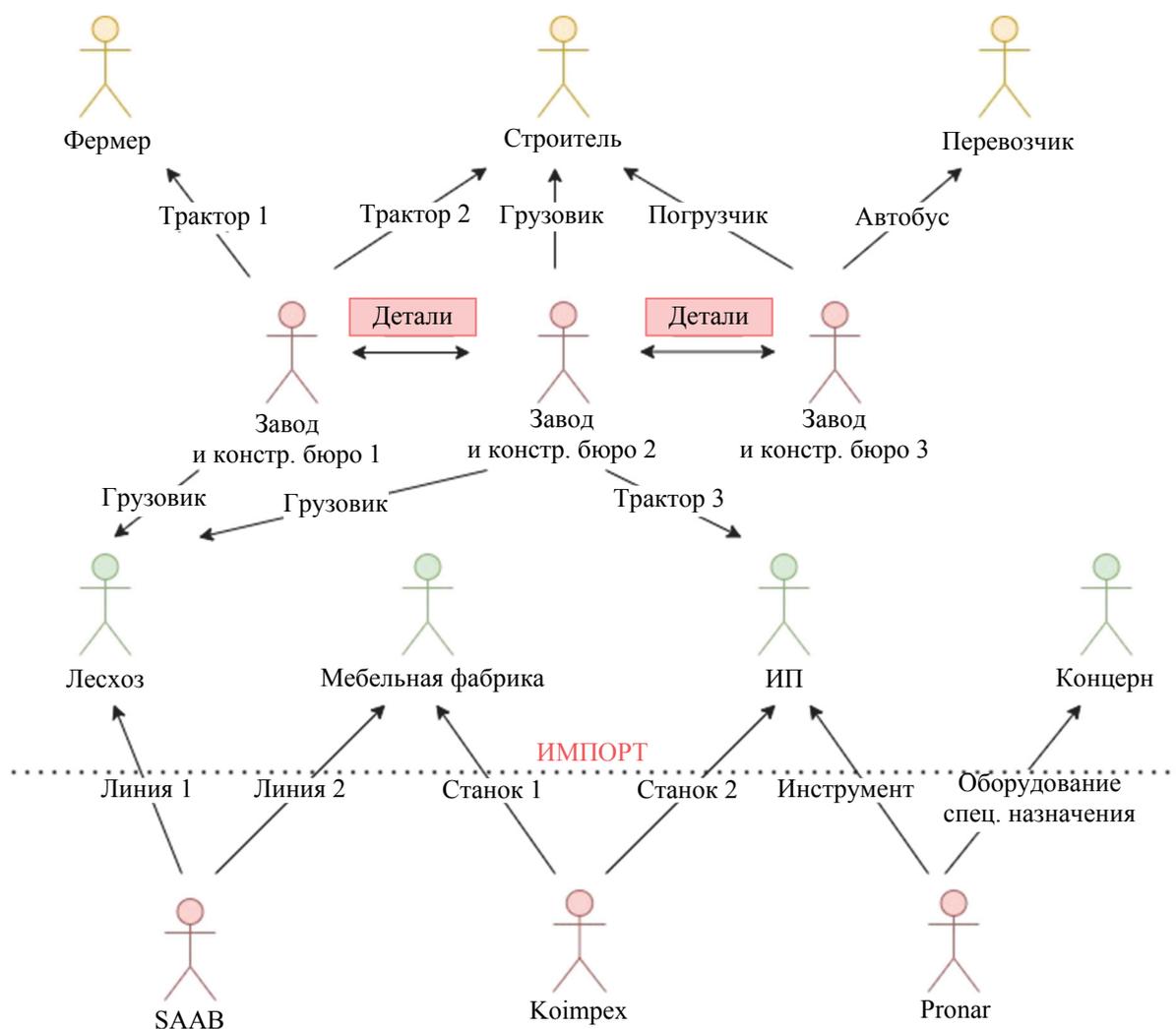


Рис. 1. UseCase нотация процессов взаимодействия субъектов при переработке древесины

Именно в задействовании мелких и средних конструкторских бюро в процесс разработки нестандартной техники [46–48] (в том числе и для деревопереработки) и видится путь в решении проблемы запуска процессов механизации и автоматизации деревообрабатывающей отрасли в Республике Беларусь. Для этого предлагается

создать электронную общую базу данных 3D деталей и узлов для организаций, занимающихся механизацией и автоматизацией технологических процессов (в том числе и для деревопереработки), используя технологии 3D моделирования [49, 50].

С использованием UseCase нотации предлагаемый процесс можно изобразить в следующем виде (рис. 2).

SWOT анализ процесса

№ п/п	Внутренние факторы	Внешние факторы
1	Сильные стороны 1. Рост объемов выпуска деталей и узлов предприятий. 2. Повышение качества выпускаемых узлов за счет накопления опыта. 3. Расширение перечня выпускаемой продукции. 4. Снижение зависимости от импортной техники. 5. Рост потенциала наукоемких производств в различных отраслях	Возможности 1. Рост экспорта машиностроительной продукции. 2. Разработка собственных технологий независимо от зарубежной техники
2	Слабые стороны 1. Недобросовестное копирование деталей и узлов из-за доступа к чертежам	Угрозы 1. Рост недобросовестной конкуренции. 2. Рост требований к контролю качества за продукцией. 3. Снижение заинтересованности предприятий в развитии их техники

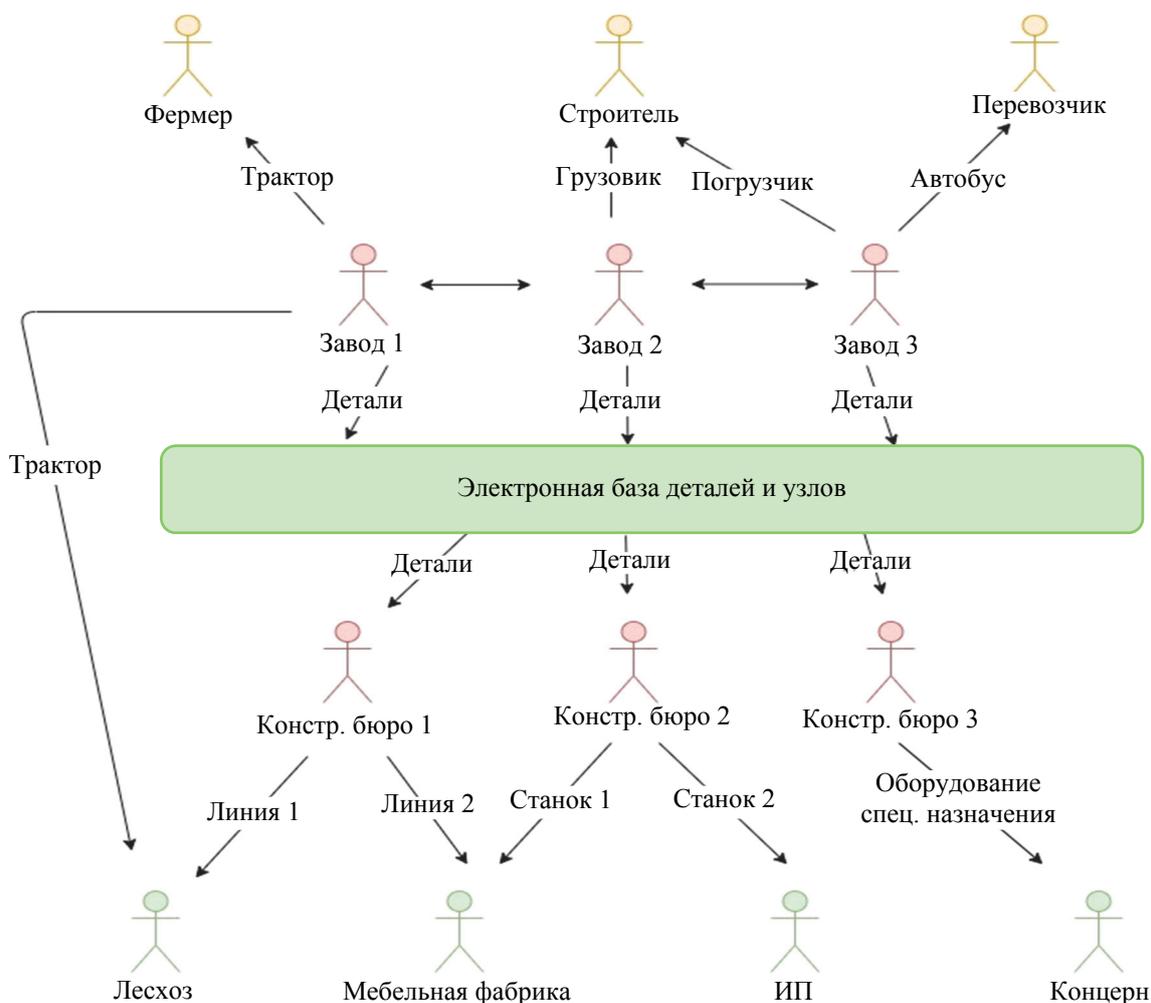


Рис. 2. UseCase нотация процессов взаимодействия субъектов при переработке древесины с использованием общей базы данных деталей и узлов

В представленной схеме взаимодействие деревопереработчиков, изготовителей деталей и узлов и конструкторских бюро будет происходить с использованием специального электронного сервиса наподобие интернет-магазина, где заказ будет формироваться по мере моделирования деревоперерабатывающего оборудования конструктором в корзине заказа с организацией поставки деталей и узлов на место монтажа станка, машины или приспособления.

Вывод. Таким образом, использование общей электронной базы данных деталей и узлов независимыми от предприятий конструкторскими бюро будет способствовать не только развитию производства деревоперерабатывающего оборудования, но и наукоемких процессов создания нестандартного оборудования под новые технологии (биоэнергетика, утилизация отходов и др.). Следует отметить, что создаваемое

оборудование будет существенно отличаться от наиболее распространенного как по виду, так и по функциональностью [51], что в конечном итоге будет способствовать расширению ряда выпускаемой техники.

Для предприятий, производящих различные детали и узлы, данный шаг позволит повысить выпуск промежуточной продукции, не привязываясь к объемам производимой ими техники, что особенно актуально в кризисные периоды, мотивирующие организации активно развивать альтернативные направления деятельности. Новизна представленной работы заключается в использовании современных подходов интернет-продаж к решению проблем организации производства деревоперерабатывающего оборудования в Беларуси, позволяющих тем самым снизить технологическую зависимость деревоперерабатывающей отрасли от ведущих производителей указанного оборудования.

Список литературы

1. Мишков С. Н. Технология изделий из древесины. Размерный анализ конструкции изделия. М.: МГУЛ, 2006. 140 с.
2. Уголев Б. Н. Древесиноведение и лесное товароведение. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. 324 с.
3. Уголев Б. Н. Древесиноведение и лесное товароведение. М.: Экология, 1991. 256 с.
4. Нестле Ханс. Справочник строителя. Строительная техника, конструкции и технологии. М.: Техносфера, 2007. Т. 2 (2). 342 с.
5. Стариков А. Н. Справочная книга столяра-строителя и мебельщика. Л.: Лениздат, 1963. 430 с.
6. Михалевич А. А. Использование альтернативных источников энергии в Беларуси // Альтернативные источники сырья и топлива: сб. науч. тр. конф. АИСТ – 2015, Минск 26–28 мая 2015 г. Минск: Беларус. навука, 2016. Вып. 2. С. 9–22.
7. Авдеева Е. В., Неверов А. С. Определение краевого угла смачивания композитции полимерных составов с адсорбционными свойствами // Альтернативные источники сырья и топлива: тез. докл. конф. АИСТ – 2017, Минск, 30 мая – 1 июня 2017 г. Минск: Ин-т химии новых материалов НАН Беларуси, 2017. С. 95–99.
8. Фокин С. В. Совершенствование технических средств переработки отходов лесосечных работ на топливную щепу в условиях вырубки. Саратов: Инфра-М, 2018. 188 с.
9. Русская деревянная посуда XVII–XX веков. М.: Гос. истор. музей, 1981. 36 с.
10. Кирван М. Упаковка на основе бумаги и картона. М.: Профессия, 2008. 488 с.
11. В Беларуси лесистость составляет 40%. Показатель намеренны увеличить // Газета Звезда. URL: <https://zviazda.by/ru/news/20210302/1614681420-v-belarusi-lesistost-sostavlyayet-40-pokazatel-namereny-uvlechit> (дата обращения: 22.07.2021).
12. Беллесбумпром об эффекте от модернизации предприятий и освоении новых рынков сбыта. URL: <https://www.belta.by/comments/view/bellesbumprom-ob-effekte-ot-modernizatsii-predpriyatij-i-osvoenii-novyh-rynkov-sbyta-6465/> (дата обращения: 22.07.2021).
13. Водич О. И. Техническое перевооружение предприятий как основная форма воспроизводства основных средств // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления. Секция VI, Менеджмент и инновации. 2013. С. 358–361.
14. Торговля лесной продукцией // Статистика по лесной продукции. URL: <http://www.fao.org/forestry/statistics/80938@180724/ru/> (дата обращения: 22.07.2021).
15. Аланне Х., Сюнев В. С. Машинизация заготовки леса в Финляндии // Труды лесоинженерного факультета ПетрГУ. 2018. С. 3–8.
16. Леса – стержень финской торговли. URL: <https://finland.fi/ru/biznes-i-innovatsii/lesa-sterzhen-finskoj-torgovli/> (дата обращения: 22.07.2021).
17. Алистер Коберн. Современные методы описания функциональных требований к системам. М.: Лори, 2011. 288 с.
18. Перечень ГЛХУ официального сайта Минлесхоза Республики Беларусь. URL: <http://www.mlh.by/our-additional-activities/forestry-association/> (дата обращения: 22.07.2021).

19. Реестр деревоперерабатывающих организаций Республики Беларусь. URL: <http://reestr.by/vse.html?catid=44> (дата обращения: 22.07.2021).
20. Официальный сайт союза ассоциаций предприятий мебельной и деревообрабатывающей промышленности. URL: <http://www.wfa.by/association/> (дата обращения: 22.07.2021).
21. Официальный сайт концерна «Беллесбумпром». URL: <http://www.bellesbumprom.by/ru/proizvodstvo> (дата обращения: 22.07.2021).
22. Амалицкий В. В., Амалицкий Вит. В. Оборудование отрасли. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. 584 с.
23. Каталог ЛДМ. 2018. URL: <https://ldm.by/index.pl?act=ABOUT> (дата обращения: 22.07.2021).
24. Каталог FABA. 2020. URL: <https://faba.pl/ru/produkty/katalog/?L=0> (дата обращения: 22.07.2021).
25. Официальный сайт научно-практического центра НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства. URL: <https://belagromech.by> (дата обращения: 22.07.2021).
26. Официальный сайт ОАО «Беларуськалий». URL: https://kali.by/production/vspom_production/ (дата обращения: 22.07.2021).
27. Новости Щучинского лесхоза. 2021. URL: <http://s-les.by/novuyu-texniku-dlya-lesozagotovok-i-lesovosstanovleniya-planiruetsya-vypuskat-v-belarusi/> (дата обращения: 22.07.2021).
28. Данные Минлесхоза. 2020. URL: <https://www.mlh.by/our-main-activites/forest/eksport-lesoproduktsii/> (дата обращения: 22.07.2021).
29. Межотраслевые правила по охране труда в лесной, деревообрабатывающей промышленности и в лесном хозяйстве: утв. 30.12.2008, № 211/39. Минск: Энергопресс, 2020. 110 с.
30. Экономика предприятий деревообрабатывающего комплекса / Д. Ф. Зиятдинова [и др.]. Казань: КНИТУ, 2014. 84 с.
31. Гаранин В. Н., Литвинович Д. В. Необходимость создания общей базы данных отечественных деталей и узлов, необходимых для изготовления д/о оборудования // Сб. науч. работ 70-й науч.-техн. конф. студентов и магистрантов. Минск, 15–20 апр. Минск, 2019. С. 248–249.
32. Грубе А. Э., Санев В. И. Основы теории и расчета деревообрабатывающих станков, машин и автоматических линий. М.: Лесная пром-сть, 1973. 384 с.
33. Дулевич А. Ф., Осоко С. А., Лось А. М. Детали машин. Проектирование приводов и механизмов. Минск: БГТУ, 2015. 276 с.
34. Перечень деталей МАЗ. URL: <https://www.avtoall.ru/catalog/maz-11/> (дата обращения: 22.07.2021).
35. Каталог сборочных единиц и деталей. Беларусь 90/92. Минск: РУП «Минский тракторный завод», 2008. 227 с.
36. Амкодор // Офиц. сайт холдинга. URL: <http://amkodor.by/about/history/> (дата обращения: 22.07.2021).
37. БелАЗ-Холдинг // Официальный сайт холдинга. URL: <https://belaz.by/about/> (дата обращения: 22.07.2021).
38. МТЗ // Официальный сайт холдинга. URL: <http://www.belarus-tractor.com/company/> (дата обращения: 22.07.2021).
39. ОМА // Сайт интернет-магазина. URL: <https://www.oma.by> (дата обращения: 22.07.2021).
40. Каталог № 42 фирмы MAEDLER. 868 с.
41. Технологии компьютерного дизайна для машиностроения. Арт-механика. URL: <https://www.artmech.com/page.php?pid=202> (дата обращения: 22.07.2021).
42. Детали и узлы систем вентиляции. URL: <https://www.rufservis.by/katalog/ventilyacziya/detali-ventilyacia/> (дата обращения: 22.07.2021).
43. Пашков Е. В., Осинский Ю. А. Промышленные мехатронные системы на основе пневмопривода. Севастополь: СевНТУ, 2007. 401 с.
44. Раповец В. В., Медведев С. В., Иванец Г. Г. Особенности фрезерного сборного инструмента с изменяемыми углами: передним и наклона режущей кромки // Труды БГТУ. 2016. № 2 (184): Лесная и деревообраб. пром-сть. С. 289–293.
45. Системы автоматизированного управления приводами / Г. И. Гульков [и др.]. Минск: Новое знание, 2007. 394 с.
46. Схиртладже А., Ярушин С. Проектирование нестандартного оборудования. М.: Новое знание. 2006. 424 с.
47. Нестандартное оборудование вагоносборочного производства. Конструкция, проектирование, расчет. М.: Маршрут, 2006. 208 с.
48. Краткий справочник конструктора нестандартного оборудования. В 2 т. Т. 2 / под ред. В. И. Бакуменко. М.: Машиностроение, 1997. 236 с.
49. Герасимов А. А. Самоучитель КОМПАС-3D V12. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. 464 с.
50. Дударева Н., Загайко С. Самоучитель SolidWorks 2007. СПб.: БХВ-Петербург, 2007. 1308 с.
51. Садовский М. В. Использование передвижных роботов для получения пиломатериалов // Тезисы 70-й науч.-техн. конф. студентов и магистрантов, Минск, 15–20 апр. 2019. В 2 ч. Ч. 1. 2019. С. 278–280.

References

1. Mishkov S. N. *Tekhnologiya izdeliy iz drevesiny. Razmernyy analiz konstruktssii izdeliya* [Technology of wood products. Dimensional Analysis of Product Design]. Moscow, MGUL Publ., 2006. 140 p. (In Russian).
2. Ugolev B. N. *Drevesinovedeniye i lesnoye tovarovedeniye* [Wood science and forest commodity science]. Moscow, GOU VPO MGUL Publ., 2007. 324 p. (In Russian).
3. Ugolev B. N. *Drevesinovedeniye i lesnoye tovarovedeniye* [Wood science and forest commodity science]. Moscow, Ekologiya Publ., 1991. 256 p. (In Russian).
4. Nestle Hans. *Spravochnik stroitelya. Stroitel'naya tekhnika, konstruktssii i tekhnologii. T. 2* [The builder's Reference book. Construction equipment, structures and technologies. Vol. 2]. Moscow, Tekhnosfera Publ., 2007. 342 p. (In Russian).
5. Starikov A. N. *Spravochnaya kniga stolyara-stroitelya i mebel'shchika* [Reference book of a carpenter-builder and furniture maker]. Leningrad, Lenizdat Publ., 1963. 430 p. (In Russian).
6. Mikhalevich A. A. Use of alternative energy sources in Belarus. *Al'ternativnyye istochniki syr'ya i topliva: sbornik nauchnykh trudov konferentsii "AIST – 2015"* [Alternative sources of raw materials and fuel: collection of scientific papers of the AIST – 2015 conference]. Minsk, 2015, no. 2, pp. 143–145 (In Russian).
7. Avdeeva E. V., Neverov A. S. Determination of the contact angle of wetting of the composition of polymer compositions with adsorption properties. *Al'ternativnyye istochniki syr'ya i topliva: sbornik nauchnykh trudov konferentsii "AIST – 2017"* [Alternative sources of raw materials and fuel: collection of scientific papers of the AIST – 2017 conference]. Minsk, 2017, no. 2, pp. 79–84 (In Russian).
8. Fokin S. V. *Sovershenstvovaniye tekhnicheskikh sredstv pererabotki otkhodov lesechnykh rabot na toplivnyuyu shchepu v usloviyakh vyrubki* [Improvement of technical means of processing waste from logging operations for fuel chips in the conditions of felling]. Moscow, Infra-M Publ. 188 p. (In Russian).
9. *Russkaya derevyannaya posuda XVII–XX vekov* [Russian wooden tableware of the XVII–XX centuries]. Moscow, Gosudarstvennyy istoricheskiy muzey Publ., 1981. 36 p. (In Russian).
10. Kirvan M. *Upakovka na osnove bumagi i kartona* [Packaging based on paper and cardboard]. Moscow, Professiya Publ., 2008. 488 p. (In Russian).
11. In Belarus, the forest cover is 40 %. We intend to increase the indicator. Available at: <https://vviadza.by/ru/news/20210302/1614681420-v-belarusi-lesistost-sostavlyayet-40-pokazatel-namereny-uvelichit> (accessed 22.07.2021) (In Russian).
12. Bellesbumprom on the effect of modernization of enterprises and the development of new sales markets. Available at: <https://www.belta.by/comments/view/bellesbumprom-ob-effekte-ot-modernizatsii-predpriyatii-i-osvoenii-novykh-rynkov-sbyta-6465/> (accessed 22.07.2021) (In Russian).
13. Vodich O. I. Technical re-equipment of enterprises as the main form of reproduction of fixed assets. *Issledovaniya i razrabotki v oblasti mashinostroyeniya, energetiki i upravleniya* [Research and development in the field of mechanical engineering, energy and management], section VI, Management and innovation, 2018, pp. 358–361 (In Russian).
14. Trade in forest products. Available at: <http://www.fao.org/forestry/statistics/80938@180724/ru/> (accessed 22.07.2021) (In Russian).
15. Alanne X., Syuney V. S. Mechanization of logging in Finland. *Trudy lesoinzhenernogo fakul'teta PetrGU* [Proceedings of the Forest Engineering Faculty of PetrSU], 2018, pp. 3–8 (In Russian).
16. Forests are the core of Finnish trade. Available at: <https://finland.fi/ru/biznes-i-innovatsii/lesa-sterzhenfinskoj-torgovli/> (accessed 22.07.2021) (In Russian).
17. Alister Kobern. *Sovremennyye metody opisaniya funktsional'nykh trebovaniy k sistemam* [Modern methods of describing functional requirements for systems]. Moscow, Lori Publ., 2011. 288 p. (In Russian).
18. List of GLCs on the official website of the Ministry of Forestry of the Republic of Belarus. Available at: <http://www.mlh.by/our-additional-activities/forestry-association/> (accessed 22.07.2021) (In Russian).
19. Register of wood processing organizations of the Republic of Belarus. Available at: <http://reestr.by/vse.html?catid=44> (accessed 22.07.2021) (In Russian).
20. Official website of the Union of Associations of Furniture and Woodworking Industry enterprises. Available at: <http://www.wfa.by/association/> (accessed 22.07.2021) (In Russian).
21. Official website of the Bellesbumprom Concern Official website of the Bellesbumprom Concern. Available at: <http://www.bellesbumprom.by/ru/proizvodstvo> (accessed 22.07.2021) (In Russian).
22. Amalickiy V. V., Amalickiy Vit. V. *Oborudovaniye otrasli* [Equipment of the industry]. Moscow, GOU VPO MGUL Publ., 2006. 584 p. (In Russian).
23. LDM Catalog. 2018. Available at: <https://ldm.by/index.pl?act=ABOUT> (accessed 22.07.2021) (In Russian).

24. FABA Catalog. 2020. Available at: <https://faba.pl/ru/produkty/katalog/?L=0> (accessed 22.07.2021) (In Russian).
25. Official website of the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Agricultural Mechanization. Available at: <https://belagromech.by> (accessed 22.07.2021) (In Russian).
26. Official website of Belaruskali OJSC. Available at: https://kali.by/production/vspom_production/ (accessed 22.07.2021) (In Russian).
27. Shchuchinsky forestry news. 2021. Available at: <http://s-les.by/novuyu-texniku-dlya-lesozagotovok-i-lesovosstanovleniya-planiruetsya-vypuskat-v-belarusi/> (accessed 22.07.2021) (In Russian).
28. Data of the Ministry of Forestry. 2020. Available at: <https://www.mlh.by/our-main-activites/forest/eksport-lesoproduktsii/> (accessed 22.07.2021).
29. Intersectoral rules on labor protection in the forest, woodworking industry and forestry. Approved on 30.12.2008, no. 211/39. Minsk, Energopress Publ., 2020. 110 p. (In Russian).
30. Ziatdinova D. F., Ahmetova D. A., Timerbaev N. F. *Ekonomika predpriyatiy derevoobrabatvayushchego kompleksa* [Economy of enterprises of the woodworking complex]. Kazan', KNITU Publ., 2014. 84 p. (In Russian).
31. Garanin V. N., Litvinovich D. V. The need to create a common database of mechanical parts and assemblies necessary for the manufacture of woodworking equipment. *Tezisy 70-y nauchno-tekhnicheskoj konferentsii studentov i aspirantov* [Collection of scientific works of the 70th STC students and Master's degree students BSTU], Minsk, 2019, pp. 248–249 (In Russian).
32. Grube A. E., Sanev V. I. *Osnovy teorii i rascheta derevoobrabatvayushchikh stankov, mashin i avtomaticheskikh liniy* [Fundamentals of theory and calculation of woodworking machines, machines and automatic lines]. Moscow, Lesnaya prom-st' Publ., 1973 384 p. (In Russian).
33. Dulevich A. F., Osoko S. A., Lios' A. M. *Detali mashin. Proyektirovaniye privodov i mekhanizmov* [Machine parts. Designing a drive and mechanisms: study guide. manual for students of institutions of higher education]. Minsk, BGTU, 2015. 276 p. (In Russian).
34. List of MAZ parts. Available at <https://www.avtoall.ru/catalog/maz-11/> (accessed 22.07.2021) (In Russian).
35. *Katalog sborochnykh edinit i detaley. Belarus 90/92* [Catalog of assembly units and parts. Belarus 90/92]. Minsk, RUP "Minskiy traktorny zavod:" Publ., 2008. 227 p. (In Russian).
36. Official website of Amkodor Holding. Available at: <http://amkodor.by/about/history/> (accessed 22.07.2021) (In Russian).
37. Official website of BelAZ-Holding. Available at: <https://belaz.by/about/> (accessed 22.07.2021) (In Russian).
38. Official website of MTZ Holding. Available at: <http://www.belarus-tractor.com/company/> (accessed 22.07.2021) (In Russian).
39. The website of the online store OMA. Available at: <https://www.oma.by> (accessed 22.07.2021) (In Russian).
40. *Catalog N 42 firmy MAEDLER* [MAEDLER catalog N 42]. Stuttgart, 2020. 868 p.
41. Computer design technologies for mechanical engineering Art Mechanics. Available at: <https://www.artmech.com/page.php?pid=202> (accessed 22.07.2021) (In Russian).
42. Details and components of ventilation systems. Available at: <https://www.rufservis.by/katalog/ventilyaciya/detali-ventilyacia/> (accessed 22.07.2021) (In Russian).
43. Pashkov E. V., Osinsky Yu. A. *Promyshlennyye mekhatronnyye sistemy na osnove pnevmoprivoda* [Industrial mechatronic systems based on pneumatic drive]. Sevastopol, SevNTU Publ., 2007. 401 p. (In Russian).
44. Rapovets V. V., Medvedev S. V., Ivanets G. G. Modeling wood milling in multiprocessor computing environment. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2016, no. 2 (184): Forestry and Woodworking Industry, pp. 289–293 (In Russian).
45. Gulkov G. I., Petrenko Yu. N., Ratkevich E. P., Simanenkov O. L. *Sistemy avtomatizirovannogo upravleniya privodami* [Systems of automated control of drives]. Minsk, Novoye znaniye Publ., 2007. 394 p. (In Russian).
46. Skhirtladze A., Yarushin S. *Proyektirovaniye nestandardnogo oborudovaniya* [Designing of non-standard equipment]. Moscow, Novoye znaniye Publ., 2006. 424 p. (In Russian).
47. *Nestandardnoye oborudovaniye vagonosborochnogo proizvodstva. Konstruktsiya, proyektirovaniye, raschet* [Non-standard equipment of car assembly production. Construction, design, calculation]. Moscow, Marshrut Publ., 2006. 208 p. (In Russian).
48. Bakumenko V. I. *Kratkiy spravochnik konstruktora nestandardnogo oborudovaniya* [A short reference guide for the designer of non-standard equipment]. Moscow, Mashinostroyeniye Publ., 1997. 236 p. (In Russian).

49. Gerasimov A. A. *Samouchitel' KOMPAS-3D V12* [Self-help guide COMPASS-3D V12]. St. Petersburg, BKHV-Peterburg Publ., 2011. 464 p. (In Russian).

50. Dudareva N., Zagayko S. *Samouchitel' SolidWorks 2007* [Tutorial SolidWorks 2007]. St. Petersburg, BKHV-Peterburg Publ., 2007. 1308 p. (In Russian).

51. Sadovskiy M. V. The use of mobile robots for obtaining lumber. *Tezisy 70-y nauchno-tekhnicheskoy konferentsii studentov i aspirantov* [Collection of scientific works of the 70th STC students and Master's degree students BSTU]. Minsk, 2019, pp. 278–280 (In Russian).

Информация об авторах

Гаранин Виктор Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры деревообрабатывающих станков и инструментов. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: dosy@belstu.by

Литвинович Дмитрий Викторович – студент. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь).

Садовский Михаил Васильевич – студент. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь).

Information about the authors

Garanin Viktor Nikolaevich – PhD (Engineering), Assistant Professor, the Department of Woodworking Machines and Tools. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: dosy@belstu.by

Litvinovich Dmitry Viktorovich – student. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus).

Sadovskiy Mihail Vasil'evich – student. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus).

Поступила 25.03.2021