

3. Сечин А.Ю., Дракин М.А., Киселева А.С. Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования. Ч. 2. Режим доступа: <http://www.racurs.ru> (дата обращения: 20.11.2022).

4. Герасимов Ю.Ю., Давыдков Г.А., Кильпелайнен С.А., Соколов А.П., Сюнев В.С. Перспективы применения новых информационных технологий в лесном комплексе // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2003. № 5. С. 122-129.

УДК 630*9:004.9

А.В. Ледницкий, Э.Г. Рузметова, И.А. Лукьяненко
Белорусский государственный технологический университет

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА В ЛЕСНОМ КОМПЛЕКСЕ

В настоящее время цифровые технологии развиваются стремительными темпами и проникают в различные новые сферы экономической деятельности. Лесной комплекс не стал исключением, так как применение цифровых технологий позволяет значительно воздействовать на эффективность работы организаций. Искусственный интеллект и машинное обучение находят свое применение на предприятиях отрасли. Для эффективной работы цифровых технологий требуется интегрировать все элементы процесса производства, начиная от поиска сырья и расходных материалов для производственной деятельности и заканчивая доставкой готовой продукции потребителям. В то же время следует уделить внимание реализации этапов жизненного цикла продукта. Обеспечение лесного комплекса цифровыми технологиями невозможно без создания умных индустрий и единой экосистемы, которая, в свою очередь, позволяет прогнозировать деятельность предприятия в будущем периоде времени [1].

На рост рынка лесной продукции существенное влияние оказывает ряд факторов. К ним относятся растущая автоматизация производств, увеличение объемов строительства, а также растущий спрос на древесину со стороны лесопильных заводов, усиление государственной поддержки внедрения цифровых технологий в лесном комплексе. Растущая автоматизация производств в лесном комплексе и государственные программы по внедрению цифровых технологий способствуют динамичному росту данного сегмента рынка. Результатом внедрения умных технологий является экономия времени, энергии и повышение эффективности, производительности. При снижении

производительности в процессе производства искусственный интеллект находит ошибки и исправляет их на основе отчетных данных.

Важную роль в системе управления лесным фондом играет получение информации о лесе, запасах древесины и других параметрах. Этот процесс является трудоемким и в нем задействовано значительное количество работников лесного хозяйства. Сбор информации осуществляется с использованием постоянных и временных пробных участков, на которых в течение определенного периода времени производятся измерения параметров леса. Недостатками этого метода являются высокие трудозатраты лесных экспедиций, которые осуществляются в течение ряда лет. В то же время наблюдается недостаточная эффективность, так как человеческий фактор влияет на точность измерения показателей. Полученные данные об основных параметрах леса являются периодическими с отдельных участков леса. Затем, основываясь на этих ограниченных данных, а не на репрезентативных выборках, оцениваются характеристики всего лесного массива, где проводятся исследования [2].

Данные сложности и обусловили широкое внедрение цифровых технологий в лесном хозяйстве. Так, анализ геоданных и данных дистанционного зондирования являются основной технологией в рассмотренной выше сфере. Для данного анализа используются снимки высокого разрешения со спутников, материалы с воздушных систем наблюдения. Анализ выполняется в автоматизированном режиме, снимки позволяют получать данные для лесоустройства, а именно, таксационные характеристики лесных насаждений. Полученная информация необходима при исследовании пространственной структуры лесных насаждений, динамики изменения лесного покрова, оценки состава насаждений, планирования освоения лесов, проектирования логистической системы доставки древесины.

Цифровые технологии представляют лесохозяйственному сектору экономики множество новых возможностей в области повышения производительности, эффективности и создания новых конкурентных преимуществ. Уже сегодня реализуются проекты, связанные с внедрением технологий, которые в будущем позволят соответствовать мировым тенденциям в области производственных инноваций, используя беспилотные летательные аппараты для мониторинга состояния лесов и обработки больших массивов данных.

Цифровые технологии, применяемые сегодня в лесной отрасли, состоят из программных продуктов и приложений, позволяющих обрабатывать большие массивы данных с технических устройств (например, дронов). Однако внедрение данных систем тормозится ввиду

их высокой стоимости и необходимости привлечения к работе специально подготовленного высококвалифицированного персонала с соответствующими компетенциями.

В лесозаготовительной промышленности машины также постоянно совершенствуются. Встроенная электроника, датчики, измерительные инструменты используется для автоматизации определенных функций. Данные, собранные во время рубки и обработки леса, могут быть дополнены геопространственной информацией, коммуникационными технологиями и облачными сервисами для анализа и оптимизации производительности машин, а также использоваться для реализации концепции точного лесоводства [3].

Ряд компаний, лидеров по производству деревообрабатывающего оборудования, в общей интеграции со своими программными решениями помогает в работе систем «умных производств»: сортировать бревна по диаметрам и разбивать их по составам.

Для контроля качества продукции деревообрабатывающих предприятий разработаны системы сканирования. Сканеры работают на различных производствах, начиная от сортировки всех видов досок и заканчивая производством напольных покрытий, мебельного щита, шпона и других изделий. Они отражают полную картину в области качества продукции и позволяют скорректировать технологию.

Производители деревообрабатывающего оборудования разрабатывают и интегрируют новые технологии, как правило, темпами, которые обеспечивают коммерческую отдачу от их инвестиций. Для производителей деревообрабатывающего оборудования ограничением для более широкого использования автоматизированных систем является отсутствие масштабного рыночного спроса на их продукцию. В этой связи автоматизация деревообрабатывающего оборудования отстает от более крупных отраслей промышленности.

Таким образом, можно отметить широкое применение цифровых технологий и повсеместную автоматизацию производственных процессов в лесном комплексе. Эта тенденция набирает обороты и развивается в соответствии с общими тенденциями развития современной экономики.

Литература

1. Цифровые технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/353859801_Digital_technologies_in_forestry – Дата доступа: 27.11.2022 г.
2. Петухов И., Стешина Л., Танрывердиев И. Международная конференция IEEE по искусственному интеллекту и вычислениям

(UIC 2014), 9-12 декабря 2014 г., Бали, Индонезия. 2014, 390-395, DOI 10.1109 / UIC-ATCScalCom, 2014 г.

3. Санников С.П., Герц Е.Ф. Информационные технологии в лесном хозяйстве // Информирование процессов формирования открытых систем на базе САПР, АСНИ, СУБД и системы искусственного интеллекта: материалы 5-й междунар. науч.-техн. конф. Конф. Вологда: ВГТУ, 2009 г.

УДК 630*9:004.9

В.В. Раповец, Д.Л. Болочко, Т.А. Машорипова

Белорусский государственный технологический университет

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИБРАЦИОННОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ
ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ
В ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ
СРЕДЕ LS-DYNA**

Использование вибрационного взаимодействия инструмента с обрабатываемым материалом при высокоскоростном резании древесины позволят изменить условия взаимодействия инструмент-деталь, что открывает новые возможности к использованию упрочняющих технологий, базирующихся не только на использовании покрытий или обработке режущих материалов.

Вибрационное резание древесины имеет еще одно преимущество. Когда переменные нагрузки воздействуют на обрабатываемый материал со стороны лезвия, в материале возникает импульсное переменное поле напряжений. Оно расположено в некоторой массе материала с определенной собственной частотой упругих колебаний. В. И. Любченко [1] предлагает выбирать такие амплитуды и частоту вибраций, накладываемых на лезвие, чтобы между этими вибрациями и колебаниями материала возникал резонанс. В этом случае материал разрушается при более низком напряжении, чем при приложении постоянной нагрузки, что снижает энергозатраты процесса резания.

Применение резания с вибрациями (на оптимальных режимах) позволяет успешно решать многие актуальные проблемы, стоящие перед металлообрабатывающей промышленностью. В частности, резание с вибрациями обеспечивает надежное дробление стружки. Этот факт дает возможность предполагать об успешном решении многих проблем и в деревообработке.

Большинство исследований вибраций при резании изотропных материалов выполнено на основе упрощенных структурных схем. Ча-