

ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО СТУДЕНТОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

О.Н. Галактионов[✉], А.П. Соколов, Ю.В. Суханов, А.С. Васильев

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет» (ПетрГУ), Россия, 185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, просп. Ленина, д. 33

galakt@petrsu.ru

Кадровое обеспечение лесопромышленного комплекса является актуальной для России задачей, решение которой зависит не только от качества обучения студентов в университетах, но и от их мотивации вести трудовую деятельность в лесной отрасли. Одним из эффективных способов мотивации является повышение интереса студентов к лесным профессиям через их вовлечение в техническое творчество. Целью приведенного исследования является описание опыта применения технического творчества студентов путем решения актуальных проблем предприятий лесопромышленного комплекса в рамках выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР) для повышения мотивированности выпускника к работе в лесной отрасли. Для достижения цели необходимо было решить следующие задачи: на основании анализа материалов учебно-производственной практики выбрать актуальную проблему для предприятия; используя имеющиеся знания и элементы технического творчества предложить пути ее решения; реализовать предложенные идеи в рамках ВКР. Поэтапно описан процесс творческой работы студентов над созданием лабораторной установки для исследования процесса сушки древесины, спроектированной и изготовленной ими в рамках работы над выпускными квалификационными работами. Созданная установка успешно используется в учебной и исследовательской работе студентов, мотивируя их к техническому творчеству по созданию своих проектов. Установка, используется при проведении профориентационных мероприятий для потенциальных абитуриентов как фактический объект творчества студентов вызывает интерес у школьников при проведении мастер-классов. При выполнении работы использовался метод педагогического эксперимента и метод наблюдения. В результате выполнения исследования была показана практическая возможность конструирования студентами лабораторных установок; наблюдение за работой студентов показало рост их интереса к работе над установкой по мере приобретения ею законченного вида; построение действующей установки существенно повысило уверенность выпускников при докладе на защите ВКР по сравнению со студентами выполняющими типовые работы. Выполненные разработки по результатам защиты ВКР были отмечены комиссией как имеющие практическую значимость для предприятий лесопромышленного комплекса. Главным результатом исследования стало трудоустройство участников проекта на предприятия лесопромышленного комплекса.

Ключевые слова: подготовка кадров, выпускная квалификационная работа студента, учебная установка, сушка древесины

Ссылка для цитирования: Галактионов О.Н., Соколов А.П., Суханов Ю.В., Васильев А.С. Техническое творчество студентов как инструмент подготовки кадров для лесной промышленности // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2025. Т. 29. № 1. С. 50–61.

DOI: 10.18698/2542-1468-2025-1-50-61

Из года в год отмечается возрастающая потребность лесной отрасли в квалифицированном персонале с высшим и средним образованием, о чем свидетельствуют многочисленные публикации на эту тему [1–3]. Сегодня учебные заведения выпускают по лесным направлениям в несколько раз меньше молодых специалистов, чем это необходимо лесной отрасли. При этом значительная часть выпускников не стремится работать по приобретенной в ходе обучения специальности [4].

Лесная отрасль испытывает необходимость в специалистах, которые могли бы оперативно без длительного дополнительного обучения включаться в практическую работу предприятия. Для этого им следует иметь не только теоретические знания, но и навыки применения знаний на практике, опыт работы с имеющимся на лесных предприятиях оборудованием как зачастую морально устаревшим, так и современным инновационным [5].

В работе [6] приводится анализ состояния кадрового обеспечения лесопромышленного комплекса, освещается проблема нехватки специалистов в лесной отрасли. По результатам

исследования авторы сделали вывод о необходимости интенсификации подготовки новых, переподготовки действующих кадров среднего звена и рабочих, о необходимости повышения привлекательности профессий лесного сектора экономики.

Работа [7] посвящена анализу подготовки кадров для лесной отрасли в сфере высшего образования. Автор отмечает, что уровень подготовки научных кадров существенно влияет на развитие предприятий лесопромышленного комплекса и предлагает некоторые меры по решению проблем, связанных с подготовкой кадров в системе высшего образования для лесного хозяйства.

В работе [8] авторы рассматривают проблемы подготовки кадров для лесного комплекса северо-западных и арктических регионов России и отмечают, что одной из приоритетных задач организаций системы высшего образования является подготовка востребованных предприятиями квалифицированных кадров. Ведущее значение в этом направлении отводится опорным университетам.

В работе [9] отмечается, что одна из главных проблем, сдерживающих развитие лесного комплекса, заключается в недостаточном уровне научного и кадрового обеспечения. Для лесопромышленного комплекса актуальными являются вопросы повышения уровня знаний и квалификации работников отрасли. Решение данной проблемы вызывает необходимость модернизации системы профессионального образования.

В работе [10] обосновывается актуальность для предприятий лесного комплекса проблемы подготовки кадров. Для успешного преодоления данной проблемы необходимы вовлечение в процесс обучения преподавателей-практиков, проведение практик на базе реальных производственных процессов. Отмечается, что внедрение инноваций обостряет: «...потребность лесопромышленного комплекса в работниках новых профессий, новых специальностей, реструктуризации объемов существующей профессиональной подготовки, как работников массовых профессий, так и специалистов среднего и высшего звена лесной отрасли» [10].

В работе [11] указано, что выпускнику, планирующему работать в деревообрабатывающей промышленности, следует знать не только физические и механические свойства древесины, но и уметь разрабатывать и создавать высокопроизводительное оборудование, которое управляется современными автоматическими системами управления и микропроцессорами.

В работе [12] приводятся доказательства того, что эффективность системы обучения зависит не только от того, насколько она поддерживается педагогическим составом, но и от того, насколько сильно ее мотивационное сопровождение, а также насколько сильна социализация обучающихся как в учебном, так и в неучебном процессах.

В работе [13] отмечается, что способность к профессиональному общению у студентов инженерных специальностей следует развивать на уровне вузовской подготовки путем создания комплекса соответствующих педагогических условий. Автор на примере педагогического эксперимента по подготовке будущих инженеров к профессиональному общению показывает, какие условия и с какой степенью эффективности способствуют решению данной задачи и на основании его результатов предлагает методические рекомендации по выстраиванию образовательного процесса.

В работе [14] приводятся результаты педагогического эксперимента, направленного на исследование влияния практико-ориентированного подхода при обучении студентов агрономических направлений. Результаты эксперимента показали, что такой подход позволяет подготовить специалиста с уровнем компетенций, соответствующим современным требованиям рынка труда и ожиданиям потенциального работодателя.

Материалы работы [15] отражают поиск оптимального сочетания методов проектного и традиционного обучения и показывают значимую связь между проектным подходом и эффективностью обучения. Творческое участие студентов в выполнении проектов способствует повышению их успеваемости, представляет им дополнительную возможность для расширения кругозора и прививает навыки работы в команде.

В работе [16] отмечено, что привлечение студентов к проектно-исследовательской деятельности способствует интенсификации развития у них навыков сотрудничества внутри трудового коллектива, развивает умение решать реальные производственные задачи. Рационально организованная проектно-исследовательская деятельность способствует развитию у студентов готовности к инновационному поиску, непрерывному обучению, стремлению решать возникающие задачи на основе исследований.

В работе [17] приведены результаты опыта поэтапного вовлечения студентов в техническое творчество, рассмотрено обучение студентов творческому труду как основную составляющую подготовки высококвалифицированных

специалистов в условиях современных стандартов. Кроме того, обращено внимание на необходимость усиления взаимосвязи выпускных квалификационных работ студентов с реальными инновационными разработками и практической деятельностью профильных предприятий.

На наш взгляд, повышение мотивации выпускников Петрозаводского государственного университета к построению своей карьеры на предприятиях лесопромышленного комплекса, может быть достигнуто путем привлечения студентов к проектированию и изготовлению нестандартного лабораторного оборудования с использованием элементов технического творчества.

Цель работы

Цель работы — анализ опыта применения технического творчества студентов путем решения актуальных проблем предприятий лесопромышленного комплекса в рамках выполнения выпускной квалификационной работы для повышения мотивированности выпускника к работе в лесной отрасли:

Достичь поставленной цели позволило решение следующих задач:

1) сформулировать идею проекта для творческой работы, базирующуюся на анализе материалов учебно-производственной практики пройденной студентом и являющейся актуальной для предприятия лесопромышленного комплекса;

2) изучить имеющиеся возможности лабораторной базы ПетрГУ по реализации проекта, подобрать материалы и методы, позволяющие реализовать проект;

3) разработать и реализовать конструкторские и технологические решения, позволяющие выполнить проект в рамках ВКР.

Материалы и методы

В качестве основного метода исследования применялся педагогический эксперимент как инструмент проверки эффективности выдвинутой гипотезы о том, что привлечение студентов к проектированию и изготовлению учебного лабораторного оборудования позволяет укрепить теоретические знания, повысить практические компетенции и расширить кругозор. Наблюдение за результатами учебной деятельности студентов, привлеченных к работе над лабораторным оборудованием, использовалось для оценки успешности эксперимента.

В результате санкций и контрсанкций во многих регионах России обострилась проблема переработки балансовых лесоматериалов лиственных пород. Большие объемы березовой древесины из Северо-Западного региона России отправлялись на экспорт в Скандинавские страны, однако в настоящее время поставки приостановились, и большие объемы древесины березы не могут найти своего потребителя [18]. Быстрое решение данной проблемы возможно только при переработке этого сырья на лесопильных предприятиях, что позволит получить продукцию более высоких переделов с высокой добавочной стоимостью, в том числе и клееную древесину [19]. Однако традиционно предприятия северо-западных регионов России ориентируются на массовую распиловку и переработку хвойного сырья, поэтому использование древесины березы требует изменения технологии и приемов работы [20]. Распиловка березы отличается низким выходом заготовок и сложностью обработки. Для получения заготовок древесину необходимо высушить, а древесина березы, в отличие от среднеусыхающих сосны и ели, относится к сильноусыхающим породам [21], подвержена повышенному короблению и трещинообразованию при сушке и, кроме того, требует на 30...40 % большей продолжительности сушки [22]. Сушка — важнейший этап при получении клееной продукции, так как для таких изделий необходимо достигать конечной влажности 10...15 % [23]. С учетом того, что процесс сушки до 30 % увеличивает себестоимость сухих пиломатериалов вследствие их высокой энергоемкости и значительной продолжительности процесса [24], а также по причине большей сложности сушки древесины березы по сравнению с сушкой хвойных пород [25], для глубокой переработки древесины березы и получения качественных заготовок следует этапу сушки уделять повышенное внимание. Отсюда вытекает, что студенты-выпускники должны быть лучше подготовлены, хорошо разбираться в особенностях сушки различных древесных пород.

Для более подробного знакомства студентов лесотехнических направлений обучения с процессами сушки древесины необходимо учебное оборудование, позволяющее проводить лабораторные и исследовательские студенческие работы. Лабораторные сушильные шкафы хорошо подходят для сушки древесины и других материалов, например при реализации прямого метода определения влажности, но недостаточно функциональны с точки зрения проведения лабораторных работ, выполняемых

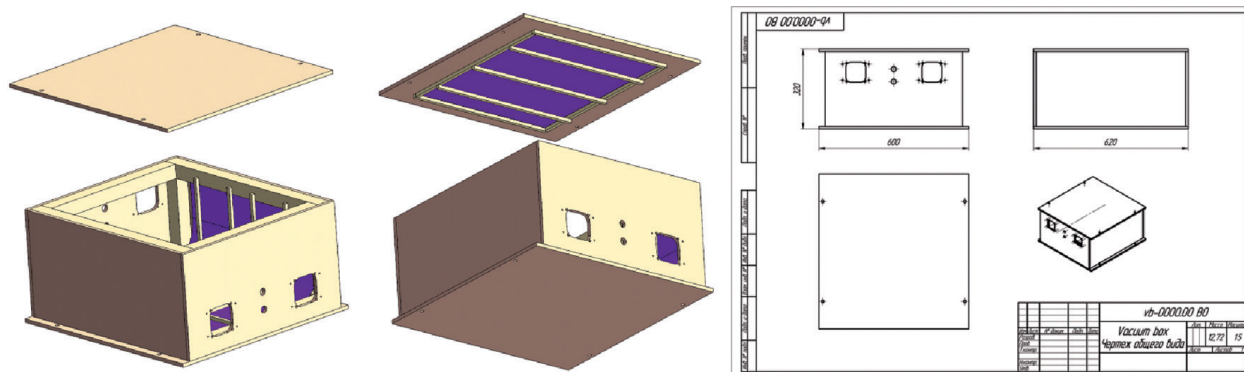


Рис. 1. Конструкция корпуса экспериментального образца установки: *а* — 3D-модель; *б* — чертеж общего вида

Fig. 1. Design of the experimental unit housing: *a* — 3D model; *b* — general view drawing

при изучении сушки древесины. Известны зарубежные компактные «столярные» конвективные камеры, но они дорогие и малодоступные для учебных заведений. Существуют комплекты промышленного изготовления, в том числе отечественные, для реализации инфракрасных сушильных камер, однако они обычно рассчитаны на объемы от 1 м³, что совершенно избыточно для учебных нужд вследствие больших объемов закладываемого сырья. Другие типы сушильных камер также не подходят для установки в кабинетах учебных заведений. В отсутствие компактного оборудования для исследовательских работ в некоторых учебных заведениях используют промышленное оборудование на предприятиях-партнерах [26, 27], но подобная практика не подходит для проведения студенческих учебных лабораторных работ.

В рамках выпускных квалификационных работ (ВКР) студентами Института лесных, горных и строительных наук Петрозаводского государственного университета П.С. Евшаковым и И.А. Михайловым под руководством преподавателей была разработана и собрана простая компактная учебная установка для изучения процессов сушки древесины, которую можно эксплуатировать в учебных помещениях и задействовать при проведении лабораторных работ студентами младших курсов лесотехнических направлений обучения.

При разработке учебной установки ориентировались на следующие требования:

- возможность собрать экспериментальный образец за период преддипломной практики в лабораториях университета силами студентов;
- минимальная стоимость экспериментального образца;
- электропитание от переменного напряжения 220 В — 50 Гц;

- небольшие массогабаритные характеристики;
- возможность установки экспериментального образца в учебной аудитории;
- подключение к персональному компьютеру для сбора данных с датчиков установки.

Поскольку экспериментальный образец предназначался для проведения в рамках лабораторных работ опытов студентами над заготовками из лиственных и хвойных пород, то было принято решение, что установка должна обеспечить тепловые режимы вплоть до 90 °С, соответствующие мягким и нормальным режимам сушки [28].

В экспериментальном образце учебной установки в качестве нагревательного элемента было принято решение использовать инфракрасный пленочный нагревательный элемент Rexant, включающий в себя две части – для корпуса и крышки корпуса, суммарной мощностью 200 Вт. По данным производителя [29], температура плавления применяемой термопленки составляет не менее 110 °С, что позволяет использовать данное изделие для обеспечения требуемого теплового режима работы — до 90 °С. В качестве основных материалов для постройки корпуса первого экспериментального образца учебной установки были выбраны материалы, имеющиеся в лаборатории университета: хвойная фанера марки ФСФ толщиной 10 мм и брусок хвойный сечением 40×40 мм.

На первом этапе студенты разработали конструкцию экспериментального образца учебной установки с использованием пакета САПР, исходя из требований, предъявляемых к ней, и имеющихся для реализации изделия материалов (рис. 1).

Полученная 3D-модель конструкции корпуса студентами использовалась для предва-

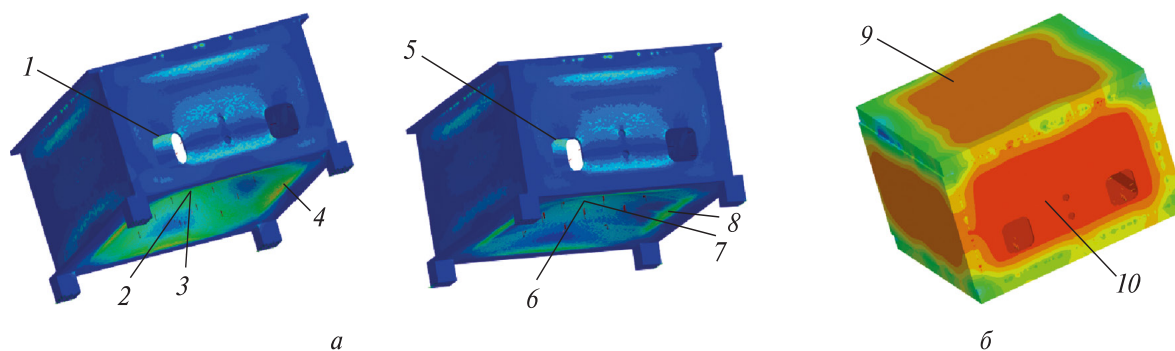


Рис. 2. Проверка конструкции на прочность с расчетом эквивалентных напряжений по Мизесу и суммарных линейных перемещений (а) и на температуру на поверхности (б): 1 — 8,672 МПа; 2 — 4,226 мм; 3 — 8,016 МПа; 4 — 20,491 МПа; 5 — 8,672 МПа; 6 — 2,244 мм; 7 — 6,638 МПа; 8 — 15,414 МПа; 9 — 70,425 °С; 10 — 88,145 °С

Fig. 2. Strength check of the structure with calculation of equivalent Mises stresses and total linear displacements (a) and surface temperature (b): 1 — 8,672 МПа; 2 — 4,226 мм; 3 — 8,016 МПа; 4 — 20,491 МПа; 5 — 8,672 МПа; 6 — 2,244 мм; 7 — 6,638 МПа; 8 — 15,414 МПа; 9 — 70,425 °С; 10 — 88,145 °С

рительного расчета установки на прочность конечно-элементным анализом с учетом воздействия разряжения в корпусе при подключении водоструйного эжектора, исходя из того, что водоструйный эжектор, изготовленный из водопроводных фитингов, на испытаниях позволил добиться разряжения в 0,05 МПа. Согласно результатам, изложенным в работе [30], остаточное давление 0,05...0,07 МПа существенно увеличивает скорость сушки особенно при удалении из древесины свободной влаги, поэтому в разрабатываемой установке было решено реализовать как опцию такой режим сушки. В результате расчета было принято решение усилить крышку и дно установки ребрами жесткости, для того чтобы снизить напряжения и деформации деталей при работе установки при расчетном разряжении (рис. 2, а). Кроме того, необходимо было выполнить расчет экспериментального образца на теплопотери. В работе [31] приведены данные, указывающие на то, что для промышленных установок потери через ограждения составляют до 21 % суммарного расхода тепла. Расчет теплопотерь через ограждения для разрабатываемой установки был необходим для подбора толщины утеплителя из листового пенополистирола для возможности поддержания внутри камеры установки температуры 90 °С при температуре в помещении 20 °С и суммарной мощности инфракрасного пленочного теплого пола в 200 Вт. Расчеты на теплопотери были выполнены традиционным расчетным методом [32]. Дополнительно, с использованием конечно-элементного анализа, студенты рассчитали максимальные значения температуры на по-

верхности корпуса с утеплителем при температуре рабочей камеры 90 °С (рис. 2, б).

Детали крышки и корпуса установки были выполнены студентами согласно чертежам разработанной конструкции, а далее соединены с использованием саморезов и столярного поливинилацетатного клея, после чего крышка и корпус были на несколько слоев покрыты алкидно-уретановым лаком. Далее корпус и крышка были частично утеплены снаружи листовым пенополистиролом толщиной 30 мм, а также изнутри — фольгированным вспененным полиэтиленом. Частичное утепление продиктовано необходимостью размещения на части боковых стенок фитингов и вентилях и измерительных приборов.

После сборки корпуса экспериментального образца учебной установки студентами был выполнен монтаж инфракрасного пленочного теплового излучателя в корпус и на крышку, сделаны ограждения для размещения опытных образцов древесины. Для наблюдения за процессом сушки в корпус была установлена система датчиков: датчики влажности воздуха и температуры воздуха внутри камеры, датчики температуры образца древесины, датчик температуры снаружи камеры, а для оценки влажности образца древесины был применен кондуктометрический способ, для чего были изготовлены игольчатые двухэлектродные зонды (рис. 3). В качестве датчиков температуры в установке были использованы датчики DS18B20, которые отличаются достаточной точностью и стабильностью [33], причем для датчиков, размещенных в корпусе, был использован вариант датчика в герметичной гильзе. В качестве датчиков влажности и температуры



Рис. 3. Внешний вид собранного и подключенного экспериментального образца: *а* — закладка березовых чураков в установку; *б* — готовая к работе установка
Fig. 3. Overview of the assembled and connected experimental sample: *a* — putting birch logs into the unit; *b* — ready for operation unit



Рис. 4. Определение начальной влажности древесины по образцу: *а, б* — этапы получения образца; *в* — результат измерения влажности
Fig. 4. Evaluation of the initial moisture content of wood on the sample: *a, b* — stages of obtaining the sample; *c* — the result of moisture measurement

среды в камере были использованы датчики АНТ10, отличающиеся достаточной для учебной установки точностью [34] и доступной ценой, что позволяет при необходимости легко менять данные датчики в установке. Для сбора данных с датчиков используется микроконтроллерная аппаратная платформа Arduino-mini на

базе ATmega168, с которой предварительно обработанные данные передаются на персональный компьютер через USB-TTL конвертер и записываются в текстовый файл на жестком диске каждую секунду.

Для испытания экспериментального образца при проверке количества потребляемой элект-

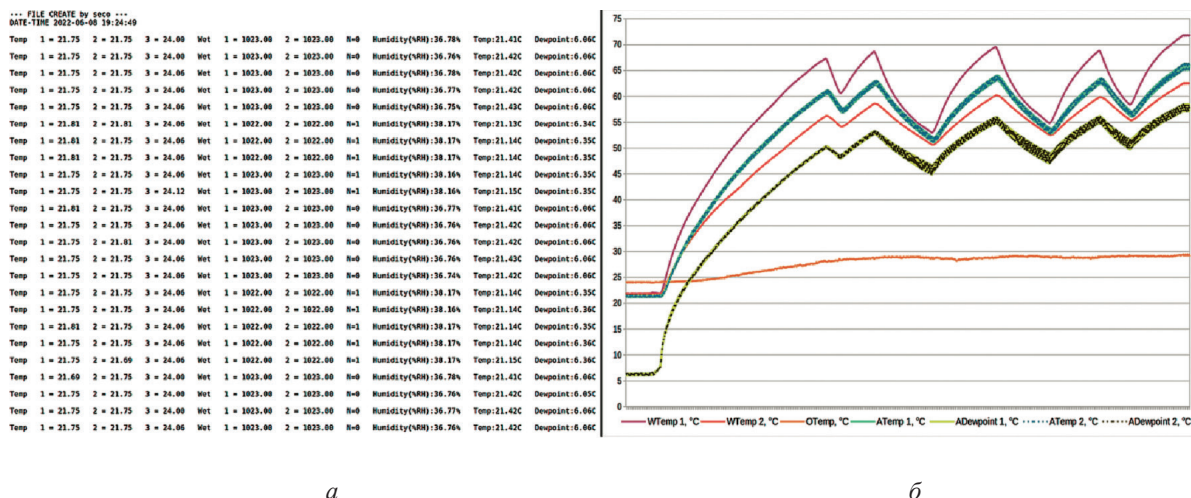


Рис. 5. Пример фрагмента данных с датчиков экспериментальной установки (а) и график температур с датчиков в первые 2 ч работы в одном из режимов сушки (б)
 Fig. 5. Example of a fragment of data from sensors of the experimental unit (a) and temperature graph from sensors in the first 2 hours of operation in one of the drying modes (b)

троэнергии, требуемой для сушки, использовался индукционный однофазный счетчик типа СО-2, а для контроля разряжения от водоструйного эжектора — вакуумметр типа ВТИ.

При выполнении лабораторной работы начальную и конечную влажность высушиваемой древесины определяют, используя имеющийся в университете прибор Shimadzu МОС-120Н, который прямым весовым методом позволяет определить влажность вещества. Определение влажности прямым весовым методом требует выделить из массива древесины определенный образец, способ взятия данного образца был осуществлен с учетом рекомендаций Руководящих технических материалов ЦНИИМОД [18] — из середины массива древесины выпиливается часть, от которой в дальнейшем отрезаются наружные части для получения образца массой около 15...20 г, который и помещается в прибор МОС-120Н (рис. 4). Аналогичным образом после сушки древесины из центра массива выделялся второй образец, и влажность высушенной древесины определялась на приборе.

В ходе работы экспериментального образца установки данные с датчиков записывались в текстовый файл на жестком диске компьютера, который можно впоследствии открыть и проанализировать студентам при выполнении лабораторной работы, например, с помощью электронных таблиц (рис. 5).

Результаты и обсуждение

Студенты П.С. Евшаков и И.А. Михайлов, которые в рамках своих ВКР работали над

учебной установкой для изучения процессов сушки древесины, успешно окончили свое обучение в университете, защитив ВКР на оценку «отлично» и продемонстрировав хорошие теоретические знания и уверенные практические навыки.

В настоящее время первый экспериментальный образец учебной установки прошел испытания, доказав свою работоспособность, и позволяет провести лабораторную работу со студентами, в том числе по изучению процесса сушки березовых заготовок. С учетом того, что ранее на кафедре технологии лесного комплекса и ландшафтной архитектуры велись экспериментальные работы по удалению свободной влаги из свежесрубленной древесины механическим способом в центрифуге [35], а также того, что в университете есть инструменты и оборудование для измерения влажности древесины прямыми и косвенными методами, студенты могут на практике плотнее ознакомиться с различным оборудованием для сушки древесины и с методами измерения влажности.

В дальнейшем намечены работы по доработке экспериментального образца учебной установки, в том числе будет реализовано микроконтроллерное управление нагревательными элементами и водопроводными вентилями с электрическим управлением, отвечающими за создание разряжения в камере, для того чтобы не требовался постоянный контроль за установкой и была возможность автоматически реализовывать различные алгоритмы сушки. После исправления всех недочетов первого варианта экспериментального образца плани-

руется, что с привлечением студентов в рамках их ВКР будет разработана вторая конструкция установки из листового полипропилена РР-Н с теплостойкостью до 100 °С, что позволит улучшить эксплуатационные характеристики учебной установки.

Привлечение студентов к разработке и сборке различного учебного оборудования в рамках ВКР позволяет не только получить оборудование для модернизации процесса обучения, но и развивает у студентов-выпускников компетенции связанные со способностью выбирать и использовать методы анализа и реализации технологических процессов деревообработки. Работая над подобными проектами и решая нестандартные задачи, студенты проявляют больший интерес к процессу обучения, получают новые актуальные компетенции, которые были недоступны в рамках базовой программы обучения, например, студенты технологи и механики выпускных курсов плотнее знакомятся с конструкторским программным обеспечением, на деле видят взаимосвязь теории и практики, на практике осваивают азы микроконтроллерного управления, учатся работать с паяльным оборудованием, читать электрические схемы и т. д., что в дальнейшем, безусловно, им пригодится уже на рабочем месте и позволит быстрее включиться в продуктивную трудовую деятельность. При работе над учебным оборудованием рекомендуется создавать малые студенческие коллективы, в том числе, из студентов разных направлений обучения, что позволит студентам более полно использовать свои знания и умения, обмениваться компетенциями, помогать друг другу.

Выводы

В результате выполнения исследования была показана практическая возможность конструирования студентами лабораторных установок, в том числе, позволяющих использовать их при изучении различных технологических процессов и в профориентационных мероприятиях.

Наблюдение за деятельностью и поведением студентов показало рост их интереса к работе над установкой по мере приобретения ею законченного вида и функционала, следовательно, проект следует разделять на подпроекты с выраженным результатом.

Самостоятельное построение действующей установки существенно повышает уверенность выпускников при докладе на защите ВКР по сравнению со студентами выполняющими типовые работы, так как позволяет глубже погру-

зиться в проблематику работы отрасли и отдельных видов оборудования.

Выполненные разработки по результатам защиты ВКР были отмечены комиссией как имеющие практическую значимость для предприятий лесопромышленного комплекса.

Главным результатом исследования стало трудоустройство участников проекта на предприятиях лесопромышленного комплекса Республики Карелия.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 075-03-2023-128).

Список литературы

- [1] Царалунга А.В., Царалунга В.В., Прохорова Н.Л. Проблемы целевой подготовки кадров для лесной отрасли // Евразийский Союз Ученых, 2015. №1–4 (10). С. 100–102.
- [2] Вопросы кадрового обеспечения лесной отрасли обсудили на круглом столе в Совете Федерации // Forestcomplex.ru. 15.10.2020. URL: <https://forestcomplex.ru/forestry/voprosy-kadrovogo-obespecheniya/> (дата обращения 20.04.2023)
- [3] В Карелии наблюдается острый дефицит кадров для работы в лесной отрасли // СТОЛИЦА на Onego.ru. 30.07.2018. URL: <https://stolicaonego.ru/news/v-karelii-nabljudetsja-ostrij-defitsit-kadrov-dlja-raboty-v-lesnoj-otrasli/> (дата обращения 20.04.2023).
- [4] Сумченко А.В., Зиновьева И.С. Кадровое обеспечение лесопромышленного комплекса // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 10–2. С. 298–298.
- [5] Лесная отрасль столкнулась с дефицитом кадров // Российская газета — Экономика Центрального округа: № 271(8622). 30.11.2021. URL: <https://rg.ru/2021/11/30/reg-cfo/lesnaia-otrasl-stolknulas-s-deficitom-kadrov.html> (дата обращения 20.04.2023).
- [6] Киселева А.А., Гладких Я.Н. Приоритетные направления привлечения кадров в лесопромышленный комплекс // Науковедение, 2014. № 5 (24). С. 101. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_23039471_84551522.pdf (дата обращения 06.12.2023).
- [7] Ислакаева Г.Р. Проблемы подготовки кадров в сфере высшего образования для лесного хозяйства России // Вестник БИСТ (Башкирского института социальных технологий), 2015. № 4 (29). С. 104–108.
- [8] Питухин Е.А., Зятева О.А., Соколов В.Е., Пономарев В.А. Подготовка кадров для лесного комплекса северо-западных и арктических регионов России // Перспективы науки и образования, 2023. № 5 (65). С. 780–793. DOI: 10.32744/pse.2023.5.45
- [9] Резникова О.С., Полищук В.В. Профессии будущего на рынке труда в рамках решения биотехнологических внедрений в лесную промышленность // Век качества, 2021. № 2. С. 145–157.

- [10] Алехина Е.И. Значение качества подготовки кадров для предприятий лесной отрасли // *The Scientific Heritage*, 2019. №40–4 (40). С. 3–4
- [11] Лукашевич В.М., Суханов Ю.В., Фомичев Я.В., Играков Е.А., Фортальнов С.А. Техническое творчество как важный элемент подготовки будущих кадров для лесной отрасли // *Лесное хозяйство. Материалы 86-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, науч. сотр. и аспирантов (с междунар. участием). Отв. за издание И.В. Войтов*. Минск: Изд-во Белорусского государственного технологического университета, 2022. С. 148–150.
- [12] Кожевников М.В., Коняева Е.А., Лапчинская И.В., Савченков А.В. Система выявления и развития одаренных детей в условиях общеобразовательной школы // *Педагогический журнал*, 2021. Т. 11. № 4–1. С. 265–274.
- [13] Шагеева Ф.Т. Развитие в исследовательском университете способности к профессиональному общению у будущих инженеров // *Управление устойчивым развитием*, 2020. № 4 (29). С. 111–117.
- [14] Долгополова А.Ф., Жукова В.А., Гавриленко Е.Н. Роль практико-ориентированного подхода в современной дидактике вуза // *Современное образование*, 2018. № 4. С. 150–159.
- [15] Alamri M.M. Using Blended Project-Based Learning for Students' Behavioral Intention to Use and Academic Achievement in Higher Education // *Educ. Sci.*, 2021, no. 11, p. 207.
DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci11050207>
- [16] Ибрагимов Г.И. Проектно-исследовательское обучение как технология развития методологической культуры магистрантов // *Образование и саморазвитие*, 2021. Т. 16. № 3. С. 310–321.
- [17] Воителева Л. С. Техническое творчество студентов как средство формирования профессиональных компетенций будущих специалистов связи // *Инновационное развитие профессионального образования*, 2017. № 1. С. 32–34.
- [18] Экспорт лесных грузов в прошлом году упал практически вдвое // *РЖД-Партнер*, 16 января 2023 г. URL: <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/reviews/eksport-lesnykh-gruzov-v-proshlom-godu-upal-prakticheski-vdvoe/> (дата обращения: 20.04.2023).
- [19] Чернышев О.Н., Чернышев Д.О., Красов А.Н. Особенности производства клееного щита для производства мебели // *Проблемы науки*, 2019. № 4 (40). С. 36–39.
- [20] Копейкин А.М. Проблемы рационального использования мягколиственного сырья в производстве пилопродукции // *ИзВУЗ Лесной журнал*, 2002. № 2. С. 66–71.
- [21] Михайличенко А.Л., Садовничий Ф.П. Древесиноведение и лесное товароведение. М.: Высшая школа, 1974. 223 с.
- [22] Богданов Е.С., Козлов В.А., Пейч Н.Н. Справочник по сушке древесины. М.: Лесная пром-сть, 1981. 192 с.
- [23] Корниенко В.А., Орлов А.А. К вопросу переработки низкокачественных пиломатериалов на клееную продукцию с заданными потребительскими свойствами // *Актуальные проблемы лесного комплекса*, 2016. № 45. С. 31–34.
- [24] Сафин Р.Р., Хасаншин Р.Р., Галаяветдинов Н.Р., Валиев Ф.Г. Разработка энергосберегающей технологии сушки древесины в жидкостях // *Известия вузов. Проблемы энергетики*, 2008. № 11–12. С. 159–163.
- [25] Данилов Ю.П., Бушуев М.С., Курчиков А.В. Закономерности вакуумной сушки березовых и сосновых брусьев // *Актуальные проблемы лесного комплекса*, 2007. № 20. С. 95–96.
- [26] Чернышев А.Н., Ефимова Т.В. Физико-механические показатели и режимы сушки древесины липы без искусственного увлажнения // *Лесотехнический журнал*, 2014. № 4 (16). С. 140–146.
- [27] Курьянова Т.К., Платонов А.Д., Киселева А.В. Энерго- и ресурсосберегающая сушка древесины // *Лесотехнический журнал*, 2014. № 3 (15). С. 199–205.
- [28] Руководящие технические материалы по камерной сушке древесины. Утверждено 25 июня 1984 г. Архангельск: Изд-во ЦНИИМОД, 1985. 69 с.
- [29] Теплый пол пленочный инфракрасный ОПТИМА / ULTRA // Паспорт и руководство пользователя. Rexant. 26 марта 2021. URL: <https://www.sds-group.ru/data/file/instructions/51-0501-7.pdf> (дата обращения: 20.04.2023).
- [30] Сафин Р.Р., Хасаншин Р.Р., Сафин Р.Г. Высокоинтенсивный процесс сушки древесины // *Актуальные проблемы лесного комплекса*, 2004. № 8. С. 257–259.
- [31] Бабич Д.П., Снопков В.Б. Расход тепловой энергии при сушке пиломатериалов в конвективных сушильных камерах периодического действия // *Труды БГТУ. № 2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность*, 2012. № 2. С. 154–157.
- [32] Евшаков П.С., Суханов Ю.В., Васильев А.С. Энергосберегающая столярная сушильная камера // *Ресурсосберегающие технологии, материалы и конструкции*. Петрозаводск: Петропресс, 2022. С. 31–34.
- [33] Сучкова Л.И., Хуссейн Ш., Якунин М.А., Якунин А.Г. Исследование долговременной стабильности параметров термодатчиков DS18B20 // *Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники*, 2015. № 1 (35). С. 42–46.
- [34] Liutyi O. Test 5 v10b NaCl solution draft // [liutyi.info](https://wiki.liutyi.info/display/ARDUINO/Test+5+v10b+NaCl+solution+draft). 2021-08-24. URL: <https://wiki.liutyi.info/display/ARDUINO/Test+5+v10b+NaCl+solution+draft> (дата обращения: 20.04.2023).
- [35] Vasilev A.S. On processing wood in the centrifugal force field // *AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research*, 2021, t. 11, v. 2, no. XXIII, pp. 287–290.

Сведения об авторах

Галактионов Олег Николаевич — д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой технологии и организации лесного комплекса, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет» (ПетрГУ), galakt@petsru.ru

Соколов Антон Павлович — д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой транспортных и технологических машин и оборудования, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет» (ПетрГУ), a_sokolov@petsru.ru

Суханов Юрий Владимирович — канд. техн. наук, доцент кафедры технологии и организации лесного комплекса, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет» (ПетрГУ), uv_sukhanov@petsru.ru

Васильев Алексей Сергеевич — канд. техн. наук, доцент кафедры технологии и организации лесного комплекса, ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет» (ПетрГУ), alvas@petsru.ru

Поступила в редакцию 17.05.2024.

Одобрено после рецензирования 11.09.2024.

Принята к публикации 14.11.2024.

STUDENTS TECHNICAL CREATIVITY AS TOOL FOR TRAINING FOREST INDUSTRY PERSONNEL

O.N. Galaktionov, A.P. Sokolov, Yu.V. Sukhanov, A.S. Vasil'ev

Petrozavodsk State University, 33, av. Lenin Street, 185910, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia

galakt@petsru.ru

Personnel staffing of the timber industry is a topical issue for our country. The solution of this problem depends not only on the quality of students' education at universities, but also on their motivation to work in the forestry sector. One of the effective ways of motivation is to increase the students' interest in forestry professions through their education. Students' interest in forestry professions through their involvement in technical creativity. The aim of this study is to describe the experience of application technical creativity of students by solving topical problems of the forestry complex enterprises in the framework of the graduate qualification work (GQW) to increase the motivation of graduates to work in the forest industry. To achieve the goal, it was necessary to do the following tasks: on the basis of the educational and industrial training to choose the topical issues for the enterprise; in accordance with the available knowledge and elements of technical creativity to propose ways of its solution; to implement the proposed ideas within the framework of the GQW. The article describes step-by-step process of creative work of students on creation of the laboratory installation for research of wood drying process, designed and manufactured by them within the framework of work on final qualification works. The installation is used when conducting career guidance activities for potential entrants as an actual object of creativity of students arouses the interest of schoolchildren when conducting career guidance activities. The method of pedagogical experiment and the method of observation were used in carrying out the work. As a result of the research was the practical possibility of designing laboratory installations by students; the observation of students' work showed the growth of their interest to work on the installation as it acquires a finished form; the construction of an operating installation significantly increased the confidence of graduates when reporting on the work in progress compared to students performing standard works. The developments made by the results of the research were noted by the commission as having practical significance for the enterprises of the timber industry complex. The main result of the research was the employment of the project participants at the enterprises of the timber industry complex.

Keywords: personnel training, students qualifying work, educational laboratory machine, wood drying equipment

Suggested citation: Galaktionov O.N., Sokolov A.P., Sukhanov Yu.V., Vasil'ev A.S. *Tekhnicheskoe tvorchestvo studentov kak instrument podgotovki kadrov dlya lesnoy promyshlennosti* [Students technical creativity as tool for training forest industry personnel]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2025, vol. 29, no. 1, pp. 50–61. DOI: 10.18698/2542-1468-2025-1-50-61

References

- [1] Tsaralunga A.V., Tsaralunga V.V., Prokhorova N.L. *Problemy tselevoy podgotovki kadrov dlya lesnoy otrasli* [Problems of targeted training of personnel for the forestry industry]. *Evrasiyskiy Soyuz Uchenykh* [Eurasian Union of Scientists], 2015, no. 1–4 (10), pp. 100–102.

- [2] *Voprosy kadrovogo obespecheniya lesnoy otrasli obsudili na kruglom stole v Sovete Federatsii* [Issues of personnel provision for the forestry industry were discussed at a round table in the Federation Council]. *Forestcomplex.ru*, 15.10.2020. Available at: <https://forestcomplex.ru/forestry/voprosy-kadrovogo-obespecheniya/> (accessed 20.04.2023)
- [3] *V Karelii nablyudaetsya ostryy defitsit kadrov dlya raboty v lesnoy otrasli* [In Karelia, there is an acute shortage of personnel to work in the forestry industry]. *STOLITSA na Onego.ru* [STOLITSA on Onego.ru]. 30.07.2018. Available at: <https://stolicaonego.ru/news/v-karelii-nabljudatsja-ostryj-defitsit-kadrov-dlja-raboty-v-lesnoj-otrasli/> (accessed 20.04.2023).
- [4] Sumchenko A.V., Zinov'eva I.S. *Kadrovoe obespechenie lesopromyshlennogo kompleksa* [Personnel provision of the forestry complex]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii* [Modern science-intensive technologies], 2013, no. 10–2, pp. 298–298.
- [5] *Lesnaya otrasl' stolknulas's defitsitom kadrov* [The forestry industry is faced with a personnel shortage]. *Rossiyskaya gazeta — Ekonomika Tsentral'nogo okruga* [Rossiyskaya Gazeta — Economy of the Central District], no. 271 (8622), 30.11.2021. Available at: <https://rg.ru/2021/11/30/reg-cfo/lesnaia-otrasl-stolknulas-s-deficitom-kadrov.html> (accessed 20.04.2023).
- [6] Kiseleva A.A., Gladkikh Ya.N. *Prioritetnye napravleniya privlecheniya kadrov v lesopromyshlennyy kompleks* [Priority areas for attracting personnel to the forestry complex]. *Naukovedenie*, 2014, no. 5 (24), p. 101. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_23039471_84551522.pdf (accessed 06.12.2023).
- [7] Islakaeva G.R. *Problemy podgotovki kadrov v sfere vysshego obrazovaniya dlya lesnogo khozyaystva Rossii* [Problems of training personnel in the field of higher education for forestry in Russia]. *Vestnik BIST (Bashkirskogo instituta sotsial'nykh tekhnologii)* [Bulletin of BIST (Bashkir Institute of Social Technologies)], 2015, no. 4 (29), pp. 104–108.
- [8] Pitukhin E.A., Zyateva O.A., Sokolov V.E., Ponomarev V.A. *Podgotovka kadrov dlya lesnogo kompleksa severozapadnykh i arkticheskikh regionov Rossii* [Training of personnel for the forestry complex of the northwestern and arctic regions of Russia]. *Perspektivy nauki i obrazovaniya* [Prospects of Science and Education], 2023, no. 5 (65), pp. 780–793. DOI: 10.32744/pse.2023.5.45
- [9] Reznikova O.S., Polishchuk V.V. *Professii budushchego na rynke truda v ramkakh resheniya biotekhnologicheskikh vnedreniy v lesnyuyu promyshlennost'* [Professions of the future in the labor market within the framework of the solution of biotechnological implementations in the forestry industry]. *Vek kachestva* [The Century of Quality], 2021, no. 2, pp. 145–157.
- [10] Alekhina E.I. *Znachenie kachestva podgotovki kadrov dlya predpriyatiy lesnoy otrasli* [The Importance of the Quality of Personnel Training for Enterprises of the Forestry Industry]. *The Scientific Heritage*, 2019, no. 40–4 (40), pp. 3–4.
- [11] Lukashovich V.M., Sukhanov Yu.V., Fomichev Ya.V., Igrakov E.A., Fortal'nov S.A. *Tekhnicheskoe tvorchestvo kak vazhnyy element podgotovki budushchikh kadrov dlya lesnoy otrasli* [Technical creativity as an important element in training future personnel for the forestry industry]. *Lesnoe khozyaystvo. Materialy 86-y nauchno-tekhnicheskoy konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov (s mezhdunarodnym uchastiem)* [Forestry. Proceedings of the 86th scientific and technical conference of faculty, researchers and graduate students (with international participation). Responsible for the publication I.V. Voitov]. Minsk: Belarusian State Technological University, 2022, pp. 148–150.
- [12] Kozhevnikov M.V., Konyaeva E.A., Lapchinskaya I.V., Savchenkov A.V. *Sistema vyyavleniya i razvitiya odarenykh detey v usloviyakh obshcheobrazovatel'noy shkoly* [The system of identifying and developing gifted children in a comprehensive school]. *Pedagogicheskii zhurnal* [Pedagogical J.], 2021, v. 11, no. 4–1, pp. 265–274.
- [13] Shageeva F.T. *Razvitie v issledovatel'skom universitete sposobnosti k professional'nomu obshcheniyu u budushchikh inzhenerov* [Developing the Professional Communication Abilities of Future Engineers at a Research University]. *Upravlenie ustoychivym razvitiem* [Sustainable Development Management], 2020, no. 4 (29), pp. 111–117.
- [14] Dolgopolova A.F., Zhukova V.A., Gavrilenko E.N. *Rol' praktiko-orientirovannogo podkhoda v sovremennoy didaktike VUZa* [The Role of a Practice-Oriented Approach in Modern University Didactics]. *Sovremennoe obrazovanie* [Modern Education], 2018, no. 4, pp. 150–159.
- [15] Alamri M.M. Using Blended Project-Based Learning for Students' Behavioral Intention to Use and Academic Achievement in Higher Education. *Educ. Sci.*, 2021, no. 11, p. 207. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci11050207>
- [16] Ibragimov G.I. *Proektno-issledovatel'skoe obuchenie kak tekhnologiya razvitiya metodologicheskoy kul'tury magistrantov* [Project-based research learning as a technology for developing the methodological culture of master's students]. *Obrazovanie i samorazvitie* [Education and self-development], 2021, v. 16, no. 3, pp. 310–321.
- [17] Voiteleva L.S. *Tekhnicheskoe tvorchestvo studentov kak sredstvo formirovaniya professional'nykh kompetentsiy budushchikh spetsialistov svyazi* [Technical creativity of students as a means of forming professional competencies of future communications specialists]. *Innovatsionnoe razvitie professional'nogo obrazovaniya* [Innovative development of professional education], 2017, no. 1, pp. 32–34.
- [18] *Eksport lesnykh gruzov v proshlom godu upal prakticheski vdvoe* [Last year, timber exports fell by almost half]. *RZD-Partner*, January 16, 2023. Available at: <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/reviews/eksport-lesnykh-gruzov-v-proshlom-godu-upal-prakticheski-vdvoe/> (accessed 20.04.2023).
- [19] Chernyshev O.N., Chernyshev D.O., Krasov A.N. *Osobennosti proizvodstva kleenogo shchita dlya proizvodstva mebeli* [Features of the production of glued laminated boards for furniture production]. *Problemy nauki*, 2019, no. 4 (40), pp. 36–39.
- [20] Kopeykin A.M. *Problemy ratsional'nogo ispol'zovaniya myagkolistvennogo syr'ya v proizvodstve piloproduktitsii* [Problems of rational use of softwood raw materials in the production of sawn timber]. *Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal)*, 2002, no. 2, pp. 66–71.
- [21] Mikhaylichenko A.JI., Sadovnichiy F.P. *Drevesinovedenie i lesnoe tovarovedenie* [Wood Science and Forest Merchandising]. Moscow: Vysshaya shkola, 1974, 223 p.
- [22] Bogdanov E.S., Kozlov V.A., Peych N.N. *Spravochnik po sushke drevesiny* [Handbook of Wood Drying]. Moscow: Lesnaya prom-st, 1981, 192 p.
- [23] Kornienko V.A., Orlov A.A. *K voprosu pererabotki nizkokachestvennykh pilomaterialov na kleenyuyu produktsiyu s zadannymi potrebitel'skimi svoystvami* [On the Issue of Processing Low-Quality Lumber into Glued Products with Specified Consumer Properties]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa* [Actual Problems of the Forest Complex], 2016, no. 45, pp. 31–34.

- [24] Safin R.R., Khasanshin R.R., Galyavetdinov N.R., Valiev F.G. *Razrabotka energosberegayushchey tekhnologii sushki drevesiny v zhidkostyakh* [Development of Energy-Saving Technology for Drying Wood in Liquids]. *Izvestiya vuzov. Problemy energetiki* [News of Universities. Problems of Energy], 2008, no. 11–12, pp. 159–163.
- [24] Safin R.R., Khasanshin R.R., Galyavetdinov N.R., Valiev F.G. *Razrabotka energosberegayushchey tekhnologii sushki drevesiny v zhidkostyakh* [Development of energy-saving technology for drying wood in liquids]. *Izvestiya vuzov. Problemy energetiki* [News of universities. Problems of energy], 2008, no. 11–12, pp. 159–163.
- [25] Danilov Yu.P., Bushuev M.S., Kurchikov A.V. *Zakonomernosti vakuumnoy sushki berezovykh i sosnovykh brus'ev* [Regularities of vacuum drying of birch and pine beams]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa* [Actual problems of the forest complex], 2007, no. 20, pp. 95–96.
- [26] Chernyshev A.N., Efimova T.V. *Fiziko-mekhanicheskie pokazateli i rezhimy sushki drevesiny lipy bez iskusstvennogo uvlazhneniya* [Physicomchanical indicators and drying modes of linden wood without artificial moisture]. *Lesotekhnicheskiy zhurnal* [Forestry J.], 2014, no. 4 (16), pp. 140–146.
- [27] Kur'yanova T.K., Platonov A.D., Kiseleva A.V. *Energo- i resursosberegayushchaya sushka drevesiny* [Energy- and resource-saving drying of wood]. *Lesotekhnicheskiy zhurnal* [Forestry J.], 2014, no. 3 (15), pp. 199–205.
- [28] *Rukovodyashchie tekhnicheskie materialy po kamernoy sushke drevesiny* [Technical guidelines for chamber drying of wood]. Approved on June 25, 1984. Arkhangelsk: TsNIIMOD, 1985, 69 p.
- [29] *Teplyy pol plenochnyy infrakrasnyy OPTIMA / ULTRA* [OPTIMA / ULTRA film infrared underfloor heating. Passport and user manual]. Rexant. March 26, 2021. Available at: <https://www.sds-group.ru/data/file/instructions/51-0501-7.pdf> (accessed 20.04.2023).
- [30] Safin R.R., Khasanshin R.R., Safin R.G. *Vysokointensivnyy protsess sushki drevesiny* [High-intensity wood drying process]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa* [Actual problems of the forest complex], 2004, no. 8, pp. 257–259.
- [31] Babich D.P., Snopkov V.B. *Raskhod teplovooy energii pri sushke pilomaterialov v konvektivnykh sushil'nykh kamerakh periodicheskogo deystviya* [Thermal energy consumption during drying of sawn timber in periodic convective drying chambers]. *Trudy BG TU. № 2. Lesnaya i derevoobrabatyvayushchaya promyshlennost'* [Proceedings of BSTU. no. 2. Forestry and woodworking industry], 2012, no. 2, pp. 154–157.
- [32] Evshakov P.S., Sukhanov Yu.V., Vasil'ev A.S. *Energosberegayushchaya stolyarnaya sushil'naya kamera* [Energy-saving carpentry drying chamber]. *Resursosberegayushchie tekhnologii, materialy i konstruktсии* [Resource-saving technologies, materials and designs]. Petrozavodsk: Publishing house Petropress, 2022, pp. 31–34.
- [33] Suchkova L.I., Khusseyin Sh., Yakunin M.A., Yakunin A.G. *Issledovanie dolgovremennoy stabil'nosti parametrov termodatchikov DS18B20* [Study of long-term stability of parameters of DS18B20 temperature sensors]. *Doklady Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravleniya i radioelektroniki* [Reports of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics], 2015, no. 1 (35), pp. 42–46.
- [34] Liutyi O. Test 5 v10b NaCl solution draft. [liutyi.info](https://wiki.liutyi.info/display/ARDUINO/Test+5+v10b+NaCl+solution+draft). 2021-08-24. Available at: <https://wiki.liutyi.info/display/ARDUINO/Test+5+v10b+NaCl+solution+draft> (accessed 20.04.2023).
- [35] Vasilev A.S. On processing wood in the centrifugal force field. *AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research*, 2021, t. 11, v. 2, no. XXIII, pp. 287–290.

The work was performed within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (project No. 075-03-2023-128).

Authors' information

Galaktionov Oleg Nikolaevich  — Dr. Sci. (Tech.), Associate Professor, Head of the Department of Technology and organization of the forest complex of Petrozavodsk State University, galakt@petsru.ru

Sokolov Anton Pavlovich — Dr. Sci. (Tech.), Professor, Head of the Department of Transport and technological machines and equipment of Petrozavodsk State University, a_sokolov@petsru.ru

Sukhanov Yuriy Vladimirovich — Cand. Sci. (Tech.), Department of technology and organization of the forestry complex of Petrozavodsk State University, yv_sukhanov@petsru.ru

Vasil'ev Aleksey Sergeevich — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the Department of Technology and organization of the forestry complex, Petrozavodsk State University, alvas@petsru.ru

Received 17.05.2024.

Approved after review 11.09.2024.

Accepted for publication 14.11.2024.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи
 Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
 Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article
 The authors declare that there is no conflict of interest