

## ПЕДАГОГИКА

*Щукин Павел Олегович*

канд. техн. наук, начальник отдела инновационных проектов

*Суханов Юрий Владимирович*

канд. техн. наук, старший преподаватель

*Васильев Алексей Сергеевич*

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет»

г. Петрозаводск, Республика Карелия

### **К ВЫБОРУ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

*Аннотация:* в данной работе рассмотрены вопросы выбора программного обеспечения, обеспечивающего исследования и проектирование изделий для машиностроительных предприятий лесного и атомного машиностроения.

*Ключевые слова:* исследования, машиностроительные предприятия, программное обеспечение, проектирование изделий.

В последние годы в России возросло внимание к решению проблем экономически безопасного и экологически эффективного освоения лесных ресурсов [1–5]. В связи с этим нельзя не отметить, что в машиностроении Республики Карелия, после определенных лет застоя, обусловленного перестроечными процессами, интенсифицированы процессы, направленные на формирование карельского машиностроительного кластера [6–8].

Высказанная позиция базируется на совместных исследованиях Петрозаводского государственного университета (ПетрГУ) совместно с ОАО «Петрозаводскмаш» [9], работами с Онежским тракторным заводом, а также серьезным инновационным заделом в виде новых объектов интеллектуальной собственности для атомного и лесного машиностроения [1–11].

Реализация системных инжиниринговых проектов требует использования современных информационных технологий, позволяющих эффективно осуществлять их организацию, управление и последующую поддержку.

Одним из основных инструментов, применяемых для реализации инжиниринговых проектов, является программное обеспечение, которое позволяет формировать проектно-сметную, технологическую и рабочую конструкторскую документацию, осуществлять моделирование как процессов, так и изделий, учитывать влияния физико-механических факторов на изделия.

Для автоматизации работ конструкторской и технологической подготовки изделий и производства крупногабаритного машиностроения используются современные автоматизированные программные комплексы [12].

Современные САПР-продукты позволяют осуществлять: создание конструкторской документации в соответствии с нормативными требованиями; 3D проектирование изделий, включая агрегаты и детали, проектирование оснастки и др. технологических изделий; промышленный дизайн; обратный инжиниринг; проектирование трубопроводов, арматуры и др.; анализ прочности и технологичности различных конструкций, динамики механизмов, устойчивости конструкций, характеристик теплопередачи, газо- и гидродинамики и др.; нормирование процессов, включая трудовое; инженерный анализ в сфере фрезерной, токарной, токарно-фрезерной, электроэрозионной, лазерной, плазменной, гидроабразивной обработки и резки и др. [13; 14].

Для моделирования поведения разработанных компьютерных моделей изделий в различных условиях эксплуатации необходим CAE-продукт для моделирования и автоматизации инженерных расчётов [15]. Такие системы помогают убедиться в работоспособности изделия на первом этапе, без создания физических моделей, и производить различные эксперименты с компьютерной моделью, которые при физическом (натурном) эксперименте могут быть очень дорогими, продолжительными или очень опасными.

Для оценки воздействия физико-механических и прочих природных факторов необходимо программное обеспечение, реализующие конечно-элементный

анализ (мкэ/fea-системы). Современное программное обеспечение, реализующее этот принцип, позволяет: решать задачи линейного и нелинейного анализа прочности и динамического анализа, в том числе благодаря расширенной базе материалов (с возможностью дополнения) и широкий набор методов решения (решателей); вести расчет типовых элементов: балка, оболочка, деформируемое твердое тело, кабели и стержни и т. д., а также расчет моделей материалов: линейных и нелинейных моделей, пластичных металлов, гиперупругих резиновых компонентов, сплавы с памятью формы, пористые упругие тела, модели клеевых слоев и др.; моделировать и вести расчеты процессов монтажа и формирования соединений, уплотнений, оценка прочностных и монтажных нагрузок и др. [16].

Также возможен базовый междисциплинарный анализ [17], в том числе с учетом акустического, пьезоэлектрического, электротермического и теплового анализа прочности. Типовые задачи механики: прочностной статический анализ; задачи на устойчивость (линейная, нелинейная); динамический анализ; оптимизация формы; контактные задачи (скольжение, трение, уплотнения); тепловой анализ (стационарный, переходный); междисциплинарный анализ (термический/прочностной, акустический/прочностной и др.).

Как правило, возможности этого программного обеспечения могут быть расширены путем подключения дополнительных модулей, которые позволяют решать специализированные задачи. Такие как моделирование поведения изделий, подверженных в процессе эксплуатации различным воздействиям, действующим в течение короткого промежутка времени, таким как удары, взрывы, проникающие воздействия и другие импульсные динамические нагрузки. Это позволяет оценивать: ударопрочность; высокоскоростные и низкоскоростные удары в различных областях; высоконелинейное пластическое деформирование, возникающее в процессе эксплуатации изделия или в производственных процессах; постепенное ухудшение свойств материалов и связанных с этим отказов; задачи разрушаемого контакта, возникающего при склеивании и точечной сварке.

Возможно решение задач вычислительной гидро- и газодинамики, позволяющей моделировать потоки текучих сред и сопутствующих физических явлений,

таких как моделирования течений жидкостей и газов для промышленных задач с учетом турбулентности, теплообмена, химических реакций, расчеты жидкостно-конструкционного взаимодействия.

В инжиниринговых проектах, связанных с литейными производствами, необходимо специализированное программное обеспечение, которое позволит проводить анализ технологий литья и последующей их корректировки, что, в конечном итоге, позволят получать качественные отливки.

Такое программное обеспечение позволяет осуществить подбор технологии литья опытных и серийных образцов узлов лесозаготовительной и сельскохозяйственной техники, учитывать геометрию отливки для решения проблемы постановки граничных условий в гидродинамике и расчете напряжений, определять проблемные зоны. Учет геометрии также позволяет отслеживать поведение свободной поверхности при заливке, в частности, образование пузырей и твердых включений. Также данное программное обеспечение позволяет решать задачу более точного отслеживания распространения фронта затвердевания в отливке для прогнозирования поведения дефектов, прогнозировать усадочные дефекты [18].

### ***Список литературы***

1. Воронин А.В. Лесопромышленная интеграция: теория и практика: Монография / А.В. Воронин, И.Р. Шегельман. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2009. – 464 с.
2. Воронин А.В. О стратегии повышения инновационного взаимодействия университетов с промышленностью / А.В. Воронин, И.Р. Шегельман, П.О. Щукин // Перспективы науки. – 2013. – №6(45). – С. 5–8.
3. Шегельман И.Р. К вопросу формирования отечественной технологической платформы развития лесного сектора России / И.Р. Шегельман, М.Н. Рудаков // Глобальный научный потенциал. – 2011. – №9. – С. 104–107.
4. Шегельман И.Р. Лесные трансформации (XV–XXI вв.): Монография / И.Р. Шегельман. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. – 240 с.

5. Шегельман И.Р. Ресурсный потенциал как фактор развития приграничного региона / И.Р. Шегельман // Наука и бизнес: пути развития. – 2012. – №12(18). – С. 101–103.
6. Одлис Д.Б. Анализ состояния лесного машиностроения в дореформенной экономике Карелии и выбор перспективных направлений его развития / Д.Б. Одлис, И.Р. Шегельман // Микроэкономика. – 2012. – № 1. – С. 73–75.
7. Одлис Д.Б. Предпосылки к формированию в Карелии кластера лесного машиностроения / Д.Б. Одлис, И.Р. Шегельман // Микроэкономика. – 2008. – №8. – С. 253–256.
8. Одлис Д.Б. Управление реализацией инновационного комплексного проекта в лесном машиностроении / Д.Б. Одлис, И.Р. Шегельман // Микроэкономика. – 2011. – №1. – С. 17–20.
9. Scientific and technical aspects of creating spent nuclear fuel shipping and storage equipment / I.R. Shegelman, A.V. Romanov, A.S. Vasiliev, P.O. Shchukin, // Nuclear Physics and Atomic Energy Volume 14, Issue 1, 2013. – P. 33–37.
10. Шегельман И.Р. Патентные исследования перспективных технических решений для заготовки деловой и энергетической древесины / И.Р. Шегельман, А.С. Васильев, П.О. Щукин // Перспективы науки. – 2012. – №2(29). – С. 100–102.
11. Шегельман И.Р. Функционально-технологический анализ: метод формирования инновационных технических решений для лесной промышленности: Монография / И.Р. Шегельман. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. – 96 с.
12. Зыков О. Промышленная автоматизация: движение от САПР к PLM // Центр Информационных Технологий («ЦИТ Форум») / О. Зыков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://citforum.ru/consulting/articles/plm/>
13. SolidWorks // АТОН Инжиниринг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aton.by/products/solidworks.html>
14. Продукт SolidWorks // SolidWorks Russia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.solidworks.ru/products/444/>

15. Лешихина И.Э. Инженерный анализ методом конечных элементов (МКЭ) / И.Э. Лешихина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ileshikhina.narod.ru/mky.docx>

16. ANSYS Mechanical // Группа компаний «КАДФЕМ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cadfem-cis.ru/products/ansys/simulation/structural/mechanical/>

17. ANSYS Multiphysics // Группа компаний «ПЛИМ Урал» – «Делкам-Урал» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cae-expert.ru/product/ansys-multiphysics>

18. Моделирование литейных процессов: что и как выбрать? // Литейщик России. – 2010. – №15. – С. 11–14.