

Коноплёва Анастасия Дмитриевна, студентка,  
МГУТУ им. К. Г. Разумовского,  
г. Москва

## ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 3D-СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧНОСТИ

**Аннотация:** В статье рассматривается удобство использования системы автоматизированного проектирования в качестве инструмента дизайнера-проектировщика для реализации экологичных изделий.

**Ключевые слова:** проектирование, компьютерные технологии, экологические аспекты, система САД-3D, метод оценки экологичности.

Современное общество требует новых комплексных решений, при принятии которых дизайнеру понадобятся не только навыки различных областей техники, достаточные знания о продукте, проблем его эксплуатации и сопутствующие услуги, но и учёт активно намечающейся устойчивой тенденции воздействия продукта на природную среду. Обращение с изделием, выведенным из употребления, является серьезнейшей проблемой, возникающей в мире экспоненциального производственного роста. Одной из возможностей решения этих проблем является учёт экологических вопросов на самой ранней стадии проектирования продукта. Так, польским научным деятелем – Дамианом Гаевским была создана методология включения требований по утилизации на этапе проектирования изделия при поддержке 3D-систем автоматизированного проектирования [1].

Иммерсивные VR-технологии находят все более широкое применение в качестве инструментов инженерного проектирования на этапе разработки изделия благодаря своей способности создавать удобную для пользователя среду, которая может быть использована в качестве цифрового испытательного стенда для прототипов изделия. Система, разработанная на этапе геометрического моделирования, включает в себя данные, необходимые для комплексной оценки пригодности изделия к переработке уже на этапе проектирования. Такой подход позволяет конструктору выбрать соответствующие решения, облегчающие будущую разборку, и подобрать материалы, наиболее подходящие с точки зрения будущей переработки.

Эффективное использование 3D-систем автоматизированного проектирования позволяет дизайнеру-конструктору выполнить геометрию изделия, а также разработать его кинематику и электрические схемы. Технология также позволяет выполнить расчеты прочности проектируемого изделия, например, с использованием метода конечных элементов (МКЭ). Однако в стандартных 3D-системах САПР (Системы автоматизированного проектирования) отсутствуют инструменты, предназначенные именно для проектирования свойств, связанных с переработкой. Существующие ИТ-решения, – как автономное программное обеспечение, так и специальные модули, имеющиеся в некоторых САПР 3D-системах, – в основном используются для проведения общего экологического анализа, либо представляют собой базы данных материалов различных типов. Однако разработан метод, позволяющий проводить оценку пригодности изделия к переработке в автоматическом режиме на этапе проектирования в системе САД 3D [3]. Берутся детали и условия окружающей среды, пробуются возможные соединения конструкций и по-отдельности проверяются в вышеупомянутых программах на экологичность, которые в завершении выдают определенные реакции. Путём данного анализа в итоге получают экологически способные конструкции: безопасные и долговечные. Одним словом, разработанная



технология включает в себя данные, необходимые для комплексной оценки пригодности изделия к переработке уже на этапе проектирования. Такой подход позволяет выбрать соответствующие решения, облегчающие будущую разборку, и подобрать материалы, наиболее подходящие с точки зрения будущей переработки. А прилегающий ИТ-инструмент включает базу знаний, в которой хранятся знания и информация, полученные в ходе предыдущих проектов. На основе этой информации автоматически генерируются предложения для дизайнера, касающиеся определенных конструктивных решений, которые могут быть использованы с учетом аспектов переработки. Это возможно благодаря использованию агентской технологии [4]. Агенты следят за работой конструктора в системе CAD 3D, отслеживают изменения, вносимые в конструкцию, оценивают их влияние на параметры, имеющие отношение к переработке, и дают предложения по усовершенствованию изделия с целью облегчения его утилизации.

Применение представленной выше методики оценки пригодности продукции к переработке будет представлено на примере CAD 3D-модели небольшого бытового прибора, изготовленного одним из польских производителей бытовой техники. Базовая 3D-модель включала различные комбинации соединений и была доработана с присвоением расширенных атрибутов материала и разборки, необходимых для оценки пригодности к переработке (рис. 1). Также удалось провести расчет мер оценки перерабатываемости для соединенных элементов из совместимых и несовместимых материалов.

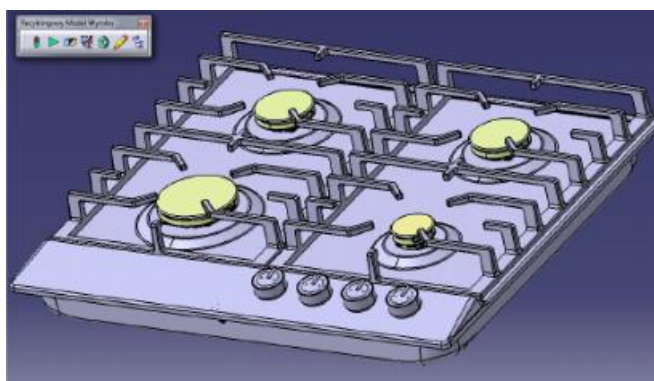


Рисунок 1.

На первом этапе были подготовлены геометрические 3D-модели элементов изделия. Были определены ограничения для определения соответствующих геометрических связей между деталями. В рамках модели были определены возможные комбинации.

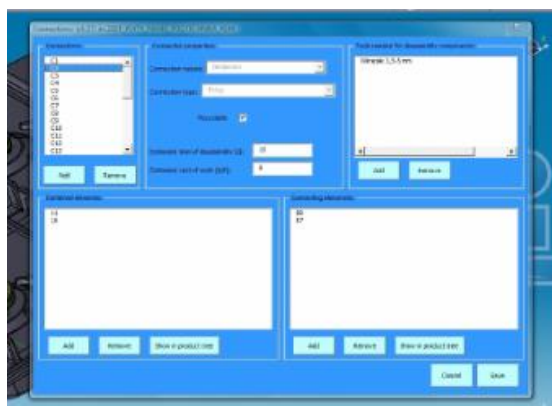


Рисунок 2.



После завершения процесса определения свойств всех элементов исследуемой САПР 3D-модели изделия, пользователь должен указать ограничения на соединения между элементами (рис. 2). Дальнейший анализ изделия проводится при поддержке агентской системы. Агентская система предоставляет информацию о значениях показателей оценки перерабатываемости изделия, например, об уровне перерабатываемости каждого элемента (базового или комплексного), входящего в состав проектируемого изделия (рис. 3). Также рассчитывается влияние каждого элемента или компонента на коэффициент утилизации всего изделия. Если в процессе анализа агентская система обнаружит ошибки (например, несоответствие структуры изделия), то на экран пользователя будет выведено соответствующее сообщение [5].

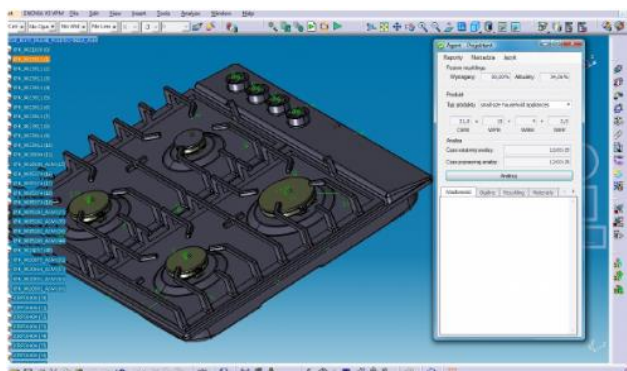


Рисунок 3.

Пользователь также может протестировать множество вариантов модели изделия с изменением параметров, влияющих на результаты оценки перерабатываемости (например, различные типы соединений или материалы). Это позволяет сравнить и оценить влияние изменения параметров на результаты оценки перерабатываемости (рис. 4).



Рисунок 4.

Таким образом, данный метод и инструменты позволяют расширить знания об экологических аспектах проектируемого изделия и упростить задачи дизайнера при создании продукта, который будет наносить минимальный вред природе.

#### Список литературы:

1. Grajewski D. Application of Virtual Reality Techniques in Design of Ergonomic Manufacturing Workplaces / Górski F, Zawadzki P, Hamrol A. // Procedia Computer Science Journal 2013; 25:289-301.



2. Граевский, Д. Применение технологий виртуальной реальности при проектировании эргономичных производственных объектов / Ф. Гурски, П. Завадски, А. Хамрол. – Текст: электронный // Журнал Procedia Computer Science, – 2013. – № 25. – С. 289-301.

3. Дудковьяк, А. Анализ выбранных ИТ-инструментов, поддерживающих экодизайн в среде 3D CAD / А. Дудковьяк, Д. Граевский, Е. Достатни. – Текст: электронный // Вестник Познанский технологический университет. – 2015.

4. Dostatni, E. Application of Agent Technology for Recycling-Oriented Product Assessment / Diakun J, Hamrol A, Mazur W. // Industrial Management & Data Systems 2013; 113 (6):817–839

5. Dostatni, E. Multi-agent System to Support Decision-Making Process in Ecodesign. / Diakun J, Grajewski D, Wichniarek R, Karwasz A. // In10th International Conference on Soft Computing Models in Industrial and Environmental Applications 2015;368:463-474

