

реализации данного рискообразующего фактора, поэтому применить методы вероятностного анализа в данном случае крайне сложно.

Самым распространенным фактором технического риска является перерыв электроснабжения сельских потребителей. Это связано с тем, что на сегодняшний день почти 70% всех сельских электрических сетей выработали свой ресурс. Такое оборудование практически в любой момент может выйти из строя, следствием чего станет перерыв электроснабжения, который приведет к значительным убыткам как электросетевым организациям, так и потребителям электроэнергии. Так, например, экономический ущерб только от недоотпуска электроэнергии для крупнейшей электросетевой организации Алтайского края ПАО «Россети Сибирь» – «Алтайэнерго» за весь 2018 год составил более 14 млн. рублей [2].

Таким образом, четко идентифицировав все опасности техногенного характера, которые могут возникать в сельских электрических сетях, можно производить оценку величины рассматриваемого риска и при необходимости выполнять мероприятия по уменьшению его величины.

### Список литературы

1. Герауф, Ю.В. Применение методов риск-ориентированного подхода к управлению производственными активами сельскохозяйственных организаций / Ю.В. Герауф, Д.А. Боярков, Б.С. Компанец // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст. XIV Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 кн. – Барнаул : РИО АГАУ, 2019. – Кн. 1 – С. 50-52.

2. Сведения о техническом состоянии электрических сетей ПАО «МРСК Сибири» [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: [http://www.mrsk.sib.ru/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=1033&Itemid=2379&lang=ru22&mod=tech\\_set](http://www.mrsk.sib.ru/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=1033&Itemid=2379&lang=ru22&mod=tech_set) – Загл. с экрана (дата обращения 10.04.2019).

3. Вишняков, Я.Д. Общая теория рисков: учебник для студ. высш. учеб. заведений – 2-е изд. испр. / Я.Д. Вишняков, Н.Н. Радаев – М.: Издат. центр "Академия", 2015. – 368 с.

4. Никольский, О.К. Теория и практика управления техногенными рисками: учебное пособие / О.К. Никольский [и др.]. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2015. – 219 с.

УДК 658.512.23:004.892

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В РАЗРАБОТКЕ ДИЗАЙН ПРОДУКТА

*Бринюк Илья Андреевич, Давыдова Евгения Михайловна, Фех Алина Ильдаровна*  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск  
E-mail: [ilya.brinyuk@mail.ru](mailto:ilya.brinyuk@mail.ru)

## USE OF COMPUTER DESIGN SYSTEMS IN DEVELOPMENT OF PRODUCT DESIGN

*Brinyuk Ilya Andreevich, Davydova Evgenia Mikhailovna*  
National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

**Аннотация:** В статье рассмотрена проблема разработки конструкторской документации к промышленным изделиям, в контексте оптимизации временных ресурсов на создание промежуточных этапов работы над проектом. Был проведен анализ существующих систем компьютерного проектирования. В статье описывается рациональный подход в выборе средств трехмерного геометрического моделирования, которые имеют свои функциональные ограничения (обусловленные спецификой их предметной области). Проведены предварительные исследования работы программных продуктов, а именно, их эффективность при проектировании дизайн продукта. В результате эксперимента установлено, что системы

компьютерного проектирования значительно ускоряют процесс создания проработанного решения.

**Abstract:** The article considers the problem of developing design documentation for industrial products in the context of optimizing the time resources for the creation of intermediate stages of work on a project. An analysis was made of existing computer-aided design systems. The article describes a rational approach in choosing three-dimensional geometric modeling tools that have their own functional limitations (due to the specifics of their subject area). Preliminary studies of the operation of software products have been carried out, namely, their effectiveness in designing a product design. As a result of the experiment, it was found that computer-aided design systems significantly accelerate the process of creating a well-developed solution.

**Ключевые слова:** Системы компьютерного проектирования; трехмерное моделирование; эффективность; процесс создания трехмерной модели.

**Keywords:** Computer design systems; three-dimensional modeling; efficiency; the process of creating a three-dimensional model.

До появления систем компьютерного проектирования основными рабочими инструментами дизайнера были карандаш, бумага, гипс, пластилин и другие материалы, позволявшие быстро и наглядно продемонстрировать дизайнерские мысли в доступном для понимания виде. Эти средства наглядного отображения успешно использовались в процессе последующей конструкторской проработки изделий. Единообразие рабочих инструментов конструктора и дизайнера позволяло использовать дизайн-эскизы для первичных чертежных построений и, таким образом, как бы отталкиваться от концептуальных идей в направлении проектирования конструкции будущего изделия [1].

Появление средств автоматизированного построения эскизов, значительно улучшило ситуацию на рынке. Развитие программных средств проектирования обусловило быстрый рост систем компьютерного моделирования, причем основным направлением стала разработка программ, нацеленных на трехмерное геометрическое моделирование, и эта тенденция сохраняется до сих пор [2]. Конструкторы и дизайнеры начали активно использовать возможности электронных машин, большинстве случаев они используют разные программы, подчас несовместимые между собой, в чем и заключается проблема.

Прежде чем начать моделирование того или иного решения, необходимо выбрать наиболее оптимальное программное обеспечение. На начальном этапе следует перечислить и более подробно изучить основное программное обеспечение для 3d моделирования, а также их возможности и функции:

Программное обеспечение следует выбирать из требуемых выполняемых операций, такими операциями являются:

- Создание трехмерной модели сцены и дополнительных объектов в ней;
- Рендеринг или визуализация проектируемого оборудования, то есть построение проекции в соответствии с выбранной физической моделью;
- Сборка движущихся объектов проектируемого оборудования;
- Создание конструкторской документации;
- Выполнение необходимых расчетов и исследований.

Современный рынок имеет огромное количество программного обеспечения для 3D моделирования с большим количеством различных функций и возможностей [3].

Программный продукт для 3D визуализации Autodesk Inventor позволяет пользователям всесторонне исследовать творческие идеи, обосновывать и демонстрировать их на всех стадиях работы от создания предварительных моделей до презентационного изображения проектируемого оборудования. Данный продукт позволяет улучшить рабочий

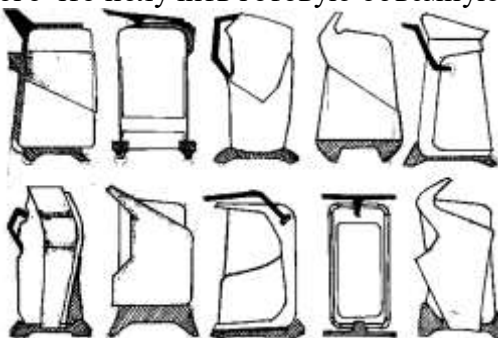
процесс, а также позволяет взаимодействовать с семейством программных продуктов Autodesk.

SolidWorks – позволяет не тратить время на поиск каких-то сложных системных команд, а дает возможность полностью сосредоточиться непосредственно на решаемой задаче, поэтому работает более эффективно. Данный продукт имеет недостаток, а именно, он не позволяет совмещать себя с другими программными продуктами [4].

Программный продукт Autodesk Fusion 360 – альтернативный продукт, который содержит в себе лучшие черты программных продуктов Autodesk. Особенности данного продукта является облачный сервис. Пользователи могут вместе работать над проектом, изменять его, а также делиться друг с другом разработкой или собирать ее в один полноценный проект [5].

В результате проведения анализа существующих программных продуктов для 3d моделирования, был сделан вывод о том, что продукт Autodesk Fusion 360 является альтернативным, он позволяет экономить ресурсы компьютера, а также легко контактирует с остальными продуктами Autodesk.

Рассмотрим случай, когда эскиз нарисован на бумаге и отсканирован. В этом случае Fusion 360 позволяет использовать данное изображение в качестве фона графического окна, произвольно сориентированных в пространстве. Важно понимать то, что достаточно иметь 1-2 вида эскизного решения, для того чтобы получить готовую объемную модель (см. рисунок 1).



*Рисунок 1 – От концептуального решения – к детальному проекту*

Система компьютерного проектирования позволит получить более точное представление об эскизном решении дизайн проекта при помощи дополнительных 3d – операций и, расчленив ее на отдельные детали, можно приступить к конструктивной проработке каждой детали общего узла сборки.

На данном этапе возможно внести корректировки, что значительно сокращает временной ресурс на доработку эскизных решений вручную (см. рисунок 2).



*Рисунок 2 – Предварительный результат изделия*

При проектировании большинства товаров наряду с совершенно новыми деталями используются и стандартные изделия, которые уже существуют на рынке, характеристики

которых регламентированы и должны быть обязательно учтены при разработке общей сборке изделия. В связи с этим фактором, прежде чем приступить к созданию основных деталей корпуса, дизайнеру необходимо учесть форму и размеры внутренних составляющих и грамотно вписать их в проектируемую оболочку. Важно понимать то, что на данном этапе можно легко создать все узлы крепления, соединения дополнительных деталей с основным корпусом [6].

После проработки и поиска нужной формы с черновой моделью могут производиться дополнительные расчеты, ими могут быть: Расчет нагрузки на создаваемое оборудование, прочность и износостойкость (см рисунок 3).



*Рисунок 3 – Стандартные изделия*

Системы компьютерного проектирования, позволяют дизайнеру воплотить даже самые сложные идеи. Речь идет о параметрическом моделировании. Выбор тех или иных способов построения объекта полностью зависит от дизайнера, широкие возможности системы позволяет получить одну и ту же геометрическую форму самыми разными методами, что облегчает процесс создания объемных и сложных по форме эскизных решений (см. рисунок 4).



*Рисунок 4 – Параметрическое моделирование*

Более точное представление об итоговом решении поможет дать его визуализация. Важно понимать, что от того, насколько красиво и качественно представлен продукт, зависит мнение потенциального покупателя. Системы компьютерного проектирования позволяют максимально передавать свойства реальных материалов, начиная от пластиков и заканчивая сложной структурой дерева. Это является достоинством, так как нужно иметь большой навык, чтобы с помощью ручной отрисовки реалистично передать текстуру используемого материала. Большинство программных продуктов содержат в себе уже целую библиотеку с различными материалами и текстурами [7].

Fusion 360 позволяет оценить внешний вид изделия еще на этапе проектирования, а также оценивать линии и черты проектируемого изделия при разном направлении источника освещения. Полученная визуализация может быть обработана в растровом графическом редакторе, для более реалистичного представления (см. рисунок 5).



*Рисунок 5 – Визуализация свойств материалов и условий освещения*

В результате проведенного анализа удалось сделать вывод о том, что использование компьютерных технологий кардинально сокращают сроки получения итогового решения. Программный продукт для 3d моделирования Autodesk Fusion 360 дает широкие возможности дизайнеру для реализации проектов. Данный продукт совмещает в себе лучшие черты разных продуктов Autodesk. Этот программный продукт легче в освоении, чем многие другие САПР. Не нуждается в дополнительном ПО (Визуализация, анимация, конструкторская документация). Позволяет работать в группе, так как все изменения сразу синхронизируются в облаке, благодаря этому сокращается время на реализацию итогового решения.

#### **Список литературы**

1. Голованов, Н.Н. Геометрическое моделирование / Н.Н. Голованов. - М.: [не указано], 2002. – 630 с (дата обращения 9.09.2019).
2. Климачева, Т.Н. AutoCAD. Техническое черчение и 3D-моделирование. / Т.Н. Климачева. - СПб.: BHV, 2008. - 912 с (дата обращения 9.09.2019).
3. Швембергер, С.И. 3ds Max. Художественное моделирование и специальные эффекты / С.И. Швембергер. - СПб.: BHV, 2006. - 320 с (дата обращения 10.09.2019).
4. Алямовский, А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике; СПб: БХВ-Петербург - М., 2008. – 534 с (дата обращения 10.09.2019).
5. Cameron Coward. SolidWorks 2007/2008. A Beginner's Guide to 3D Modeling: A Guide to Autodesk Fusion 360; СПб: No Starch Press, 2019. – 152 с (дата обращения 10.09.2019).
6. Цифровое производство с помощью комплексного подхода в Autodesk Fusion 360 [Электронный ресурс] // Моделирование. – 2018. - <http://integral-russia.ru/2018/02/08/tsifrovoe-proizvodstvo-s-pomoshhyu-kompleksnogo-podhoda-v-autodesk-fusion-360/> (дата обращения 11.09.2019).
7. Оборудование для доставки пищи в стационаре [Электронный ресурс] // Дипломная работа. – 2019. - <http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/55198/1/TPU742201.pdf> (дата обращения 12.09.2019).