



УДК 658.512

ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОЕ ПОВЕРХНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ДИЗАЙНЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

К.С. Ившин

Аннотация

Определены характеристики качества поверхностей классов «А», «В», «С» и типы поверхностей для моделирования поверхностей класса «А». Разработаны методические основы электронного моделирования поверхностей класса «А», позволяющие научно-обоснованно выбирать качество модели и анализировать форму кузова транспортного средства в аспекте моделирования; моделировать, избегая типовых ошибок в моделировании; создавать единую модель для различных сфер применения.

Ключевые слова

моделирование; качество; поверхность; методика; дизайн; транспортные средства

HIGH-QUALITY SURFACE MODELLING IN DESIGN OF VEHICLES

K.S. Ivshin

Annotation

Characteristics of quality of surfaces of classes "A", «B», «C» and types of surfaces for modeling of surfaces of a class "A" are defined. Methodical bases of electronic modeling of surfaces of a class "A" are developed, allowing scientifically-soundly to choose quality of model and to analyze the form of a body of a vehicle in aspect of modeling; to model, avoiding typical errors in modeling; to create uniform model for various scopes of application.

Keywords

modeling; quality; surface; method; design; vehicles

Электронное геометрическое моделирование является в настоящее время основным этапом сквозного дизайн-проектирования транспортных средств (ТС) и промышленных изделий [1-2 и др.]. Высококачественная электронная геометрическая модель (ЭГМ) объекта и ее реалистичная визуализация влияют на восприятие потребителя художественного образа в объекте, заложенного дизайнером. В процессе дизайн-проектирования необходимо стремиться к уменьшению временных и материальных ресурсов проектирования (компьютерный анализ на прочность, аэродинамику и пр.) с целью снижения стоимости конечного изделия. Возрастание требований к моделированию и снижению стоимости технологий быстрого прототипирования (ЭГМ является основой для создания прототипа на производстве, рекламных и выставочных материалов), демонстрация фотореалистичных ЭГМ будущих транспортных средств обуславливают актуальность разработки методических основ электронного моделирования высококачественных поверхностных моделей кузова транспортных средств.

Различают несколько видов трехмерного электронного геометрического моделирования по элементам построения: полигональное, каркасное, поверхностное, твердотельное, конечно-элементное. Каждый вид моделирования выполняет определенную функцию в процессе дизайн-проектирования. Поверхностные модели используются для построения объектов сложной криволинейной вогнуто-выпуклой формы, для быстрой подготовки к серийному производству, для печати на 3D-принтерах, установках быстрого прототипирования, создания высокореалистичных рендеров и рендеров с нюансной проработкой деталей формы (для рекламной, презентационной, выставочной продукции) [2-4]. В связи с обширным применением электронного моделирования особую роль начинает играть качество поверхностной модели – высококачественной моделью является модель, выполненная в поверхностях класса «А».

Поверхностная модель состоит из множества разных по типу создания простых поверхностей: плоскостей, поверхностей вращения, поверхностей, образованных движением линий или фигур по заданным траекториям. В объекте выделяется не менее двух разных типов поверхностей, в связи с этим появляется необходимость стыковать различные по происхождению поверхности друг с другом. В одном случае это может быть фаска или острый стык под углом 90° , в другом случае стык между поверхностями должен быть визуально неразличим. В связи с этим полисоставные поверхности разделяются по типу стыков на классы: «А», «В», «С».

Поверхности класса «А» – это поверхности, имеющие между собой стык с непрерывностью по третьей производной (условно – $G3$). При визуализации они

характеризуются неразличимыми стыками и плавными цельными бликами по всей поверхности. Применяются для моделирования объектов с видовыми поверхностями, для последующей высокореалистичной визуализации, быстрого прототипирования и серийного производства.

Поверхность класса «В» (непрерывность по G2). При визуализации обладает незначительно различимыми стыками, приобретает некоторое искажение бликов. Применяется в производстве промышленных изделий любого типа: пылесосы, фены, мобильные телефоны и т.д.

Поверхность класса «С» (непрерывность по G1). При визуализации обладает явно различимыми стыками и ломаными бликами. Используется в малозначимых местах модели и практически всегда используется при проектировании различных агрегатов и узлов (двигатель, коробка передач и т.д.). Основное применение - в моделировании деталей, где дизайн не имеет большого значения.

Сформулируем определение: поверхность класса «А» – это полисоставная поверхность, созданная двумя или более поверхностями, которые сопрягаются между собой по третьей производной (когда одна поверхность переходит в другую по касательной и радиус начала равен радиусу конца кривой (или поверхности)).

Объектами моделирования, для которых необходимо строить поверхности класса «А», являются объекты с видовыми плоскостями с закрытой оболочковой объемно-пространственной структурой и сложной вогнуто-выпуклой формы. Например, кузов легкового автомобиля, самолета, корпус сложного по форме изделия (прибор, шлем, и др.), некоторые предметы культурно-бытового назначения.

Поверхности класса «А» в настоящее время применяются при сквозном дизайн-проектировании промышленных изделий – создание ЭГМ и на ее основе реализуются технологиями быстрого прототипирования опытный образец, высокореалистичная визуализация, качественный ролик или презентация, нюансная проработка деталей и последующая визуализация. Особое место занимает дизайн транспортных средств, где кузов автомобиля создается посредством поверхностей класса «А» для достижения достоверного последующего исследования кузова и высокого качества бликов, светотени.

Эпюрный и изофотный анализ позволяют выявить класс полисоставной поверхности, исключить визуальные шероховатости формы. При эпюрном анализе, в случае наличия поверхности класса «А» (непрерывными являются координаты, а также первая, вторая и третья производная) внешний вид рефлекторных линий (рис. 1) плавный, покатый, эпюра

кривизны совпадает и не имеет изломов. Это означает, что кривизна изменяется непрерывно и гладко.

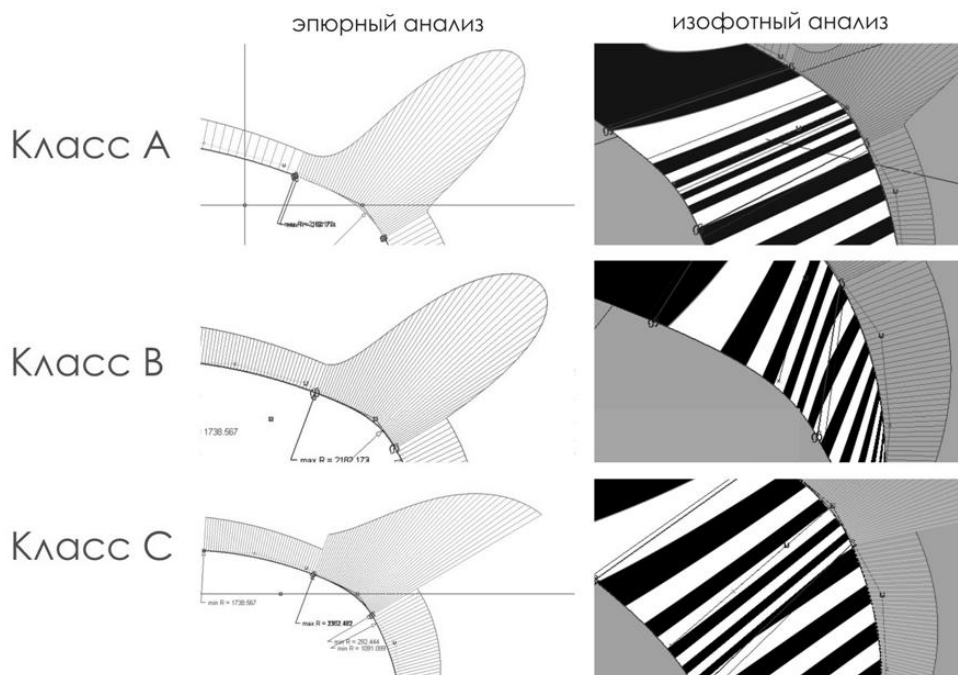


Рис. 1. Эпюрный и изофотный анализ поверхностей

Выбор класса поверхностей при моделировании кузова ТС необходимо начинать с анализа цели и задач моделирования, последующего применения модели, назначения ЭГМ. Большое значение при выборе имеет форма кузова ТС. Закрытая объемно-пространственная структура (оболочковая) наиболее подходит для моделирования в поверхностях «А» и «В» классов. Открытую объемно-пространственную структуру целесообразнее моделировать в поверхностях классов «С» либо «В».

Критерии технического задания на разработку для выбора моделирования кузова ТС в поверхностях класса «А»:

- нюансная проработка формы кузова;
- моделирование с последующей высокореалистической (фотореалистической) визуализацией;
- модель для видеоролика (медиа-продукта);
- модель для последующего производства на станках с ЧПУ, технологиями быстрого прототипирования и др.;
- модель для последующего анализа в виртуальной аэродинамической трубе;
- применяемые материалы: глянцевые, гладкие;

– объемно-пространственная структура объекта или части объекта оболочковая, криволинейная, вогнуто-выпуклая.

Изложенное выявляет актуальность разработки методических основ электронного моделирования поверхностей класса «А» кузова ТС, анализа формы кузова ТС на наличие или отсутствие поверхностей данного класса, поиска критериев оценки качества поверхностей и условий построения поверхностей класса «А».

Типы поверхностей и рекомендации для моделирования поверхностей класса «А» (рис. 3-4):

– первичные поверхности – это поверхности, созданные самими первыми, являются базовыми поверхностями для последующего моделирования. Создаются на основе каркасного моделирования (исключительно кривых, линий и точек). Рекомендации: избегать многосторонней ориентации кривых в пространстве (эпюра кривизны должна изгибаться максимум в двух плоскостях), отсутствие изломов эпюры у кривых (спан) и степень кривой должна быть не больше 7 (не более 8 точек редактирования (8 CV – control vertices). Излом эпюры у кривой появляется, например, если кривая 3 степени содержит более 4 точек редактирования (4 CV). Если кривая 5 степени содержит 6 точек редактирования (6 CV) (7 степень – 8 CV, 9 степень – 10 CV, 3 степень – 4 CV и т.д.) ее можно называть качественной;

– вторичные поверхности – это поверхности, соединяющие первичные поверхности с помощью фаски, свободной плоскости (blend, fillet и т.д.). Рекомендации: избегать многосторонней ориентации кривых в пространстве (эпюра кривизны должна изгибаться максимум в двух плоскостях), отсутствие изломов эпюры у кривых, степень кривой должна быть не больше 7 (не более 8 точек редактирования (8 CV) и стык между поверхностями должен быть смоделирован по третьей производной (G3);

– третичные поверхности – это поверхности, образованные при участии первичных и вторичных поверхностей. Рекомендации: минимальное сопряжение по второй производной (G2, рекомендуется G3), допускается до 7 изломов эпюры у кривых (рекомендуется их отсутствие), и степень кривой может быть больше 7 (более 8 точек редактирования (8 CV).

– завершающие поверхности – это поверхности, которые получаются при разбиении предыдущих поверхностей (фаски, дробление на детали). Разбиение кузова автомобиля на части, капот, двери, багажник и т.д. Рекомендации: минимальные – допускается G1 и изломы эпюры у кривых, так как они не влияют на восприятие и искажения бликов у них при визуализации не видны;

Для моделирования поверхностей класса «А» должно использоваться минимальное и необходимое количество первичных поверхностей для качественной визуализации формы кузова ТС.

Алгоритм электронного моделирования поверхностей класса «А» кузова ТС включает два этапа – аналитический и синтетический (рис. 5-6). В аналитическом этапе анализируется форма кузова ТС: исследуются цель и задачи моделирования, анализируются видовые плоскости, кузов разбивается на простые формы: на первичные, вторичные и третичные поверхности, на операции и в итоге создается структурная схема поверхностей кузова ТС. Синтетический этап – этап непосредственного моделирования, где результаты аналитического этапа используются для грамотного построения формы кузова ТС в специализированном программном обеспечении (например, Alias ST, Isem Surf). Данный этап выделяет критерии и условия, при которых могут строиться поверхности класса «А».

Особым этапом в методике выделяется ручное моделирование, где глубокое понимание формы кузова ТС соединяется с возможностями программного обеспечения и требованиями к поверхностям класса «А». Данный этап требует дальнейшего исследования.

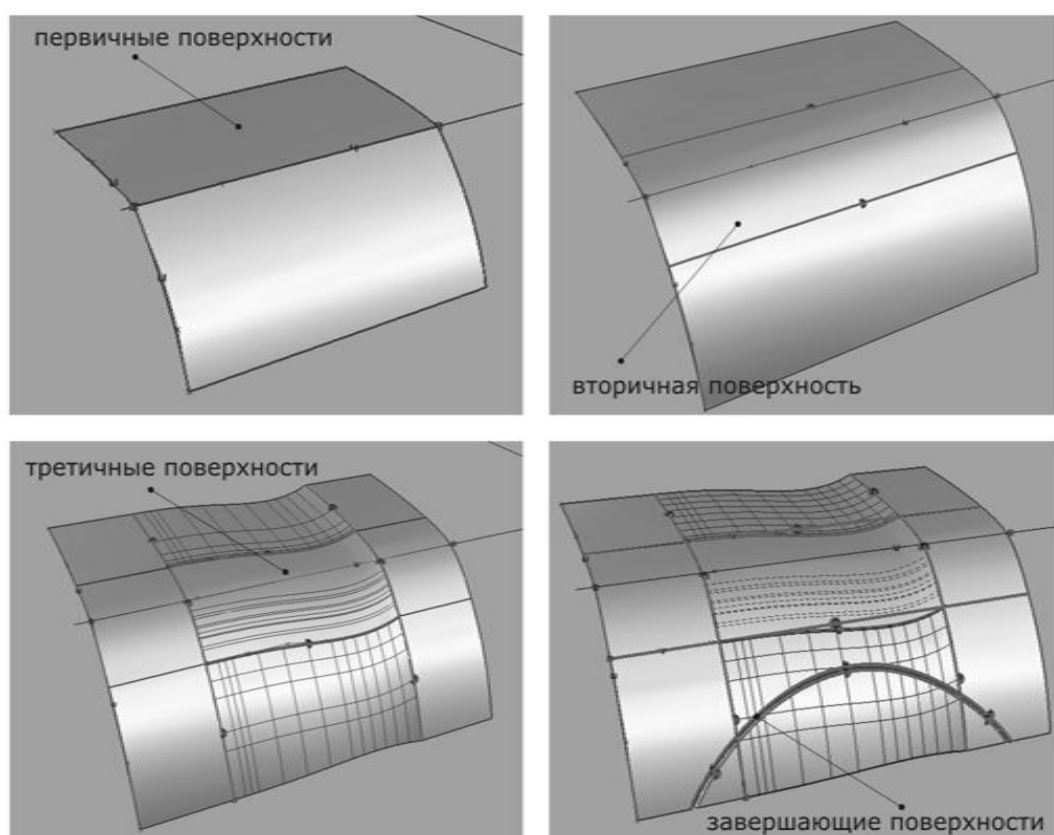


Рис. 3. Типы поверхностей

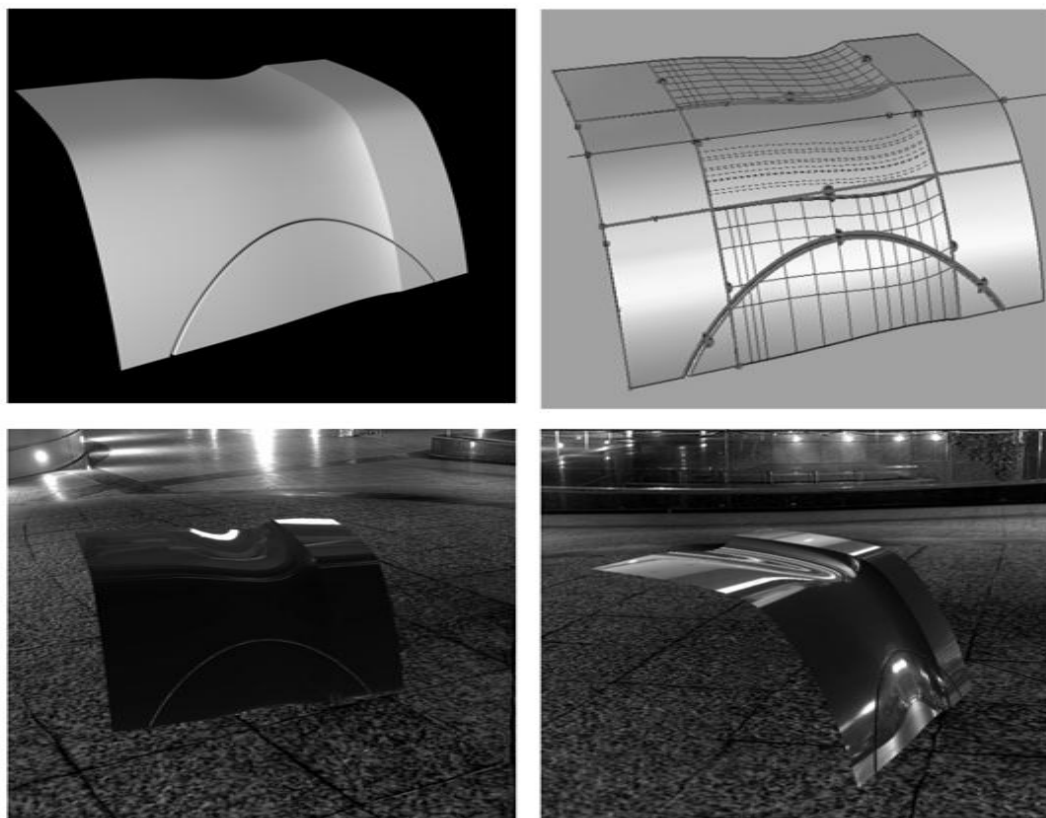


Рис. 4. Пример визуализации детали в поверхностях класса «А»

Выводы. Определены характеристики поверхностей классов «А», «В», «С» и типы поверхностей для моделирования поверхностей класса «А» кузова ТС. В результате использования данных методических основ дизайнер сможет осознанно выбирать качество модели кузова ТС; грамотно анализировать форму кузова ТС в аспекте моделирования; моделировать, избегая типовых ошибок в моделировании кузова ТС; создавать единую модель кузова для различных сфер применения (визуализация, видео-ролик, быстрое прототипирование, серийное производство, модальный анализ). Изложенное позволяет уменьшить количество конструктивно-технологических ошибок, которые возникают при дизайн-проектировании кузова ТС, повысить эффективность проектно-конструкторских работ, существенно сократить временные и материальные затраты на их проведение.

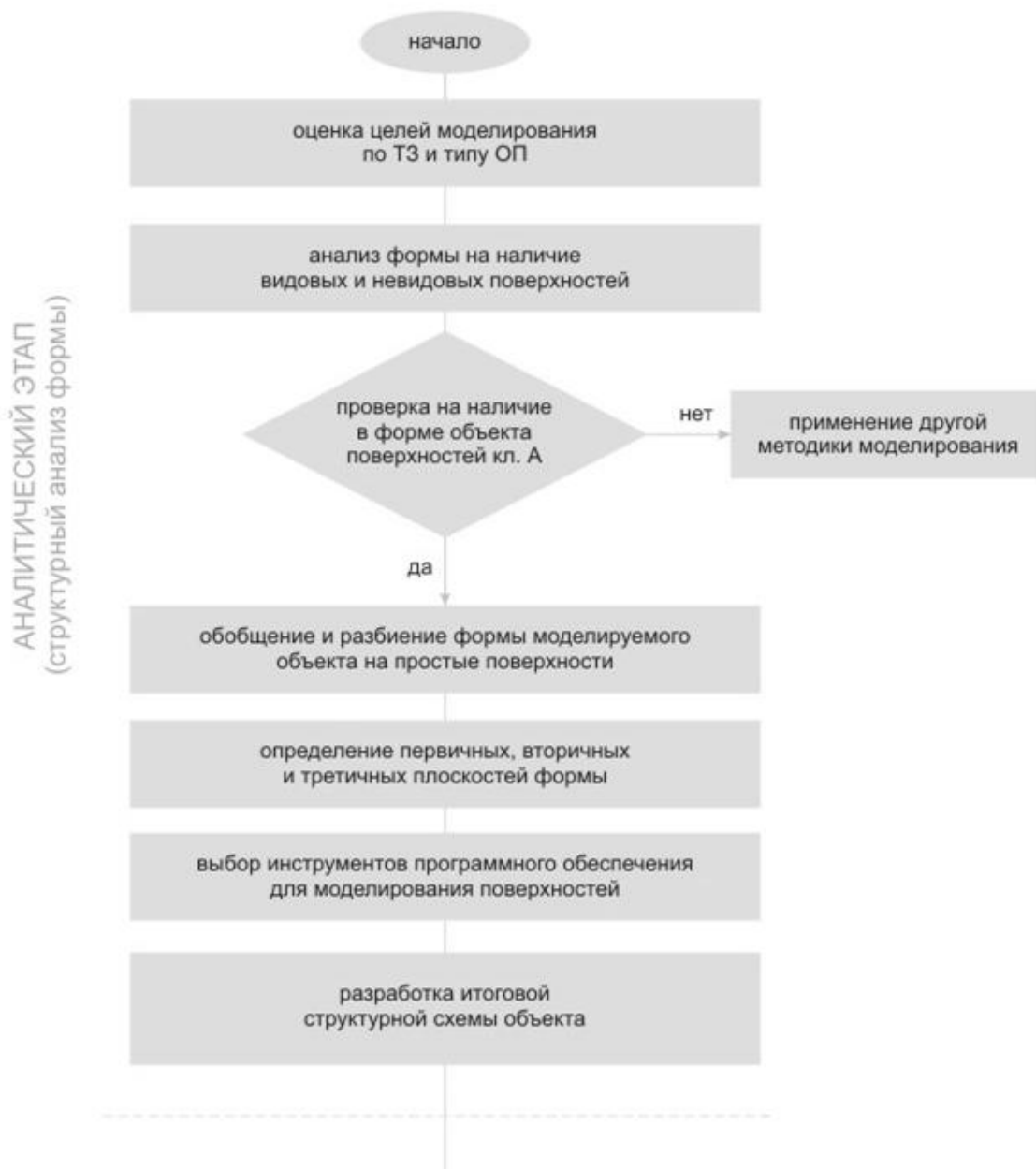


Рис. 5. Блок-схема алгоритма электронного моделирования поверхностей класса «А» кузова ТС (аналитический этап)

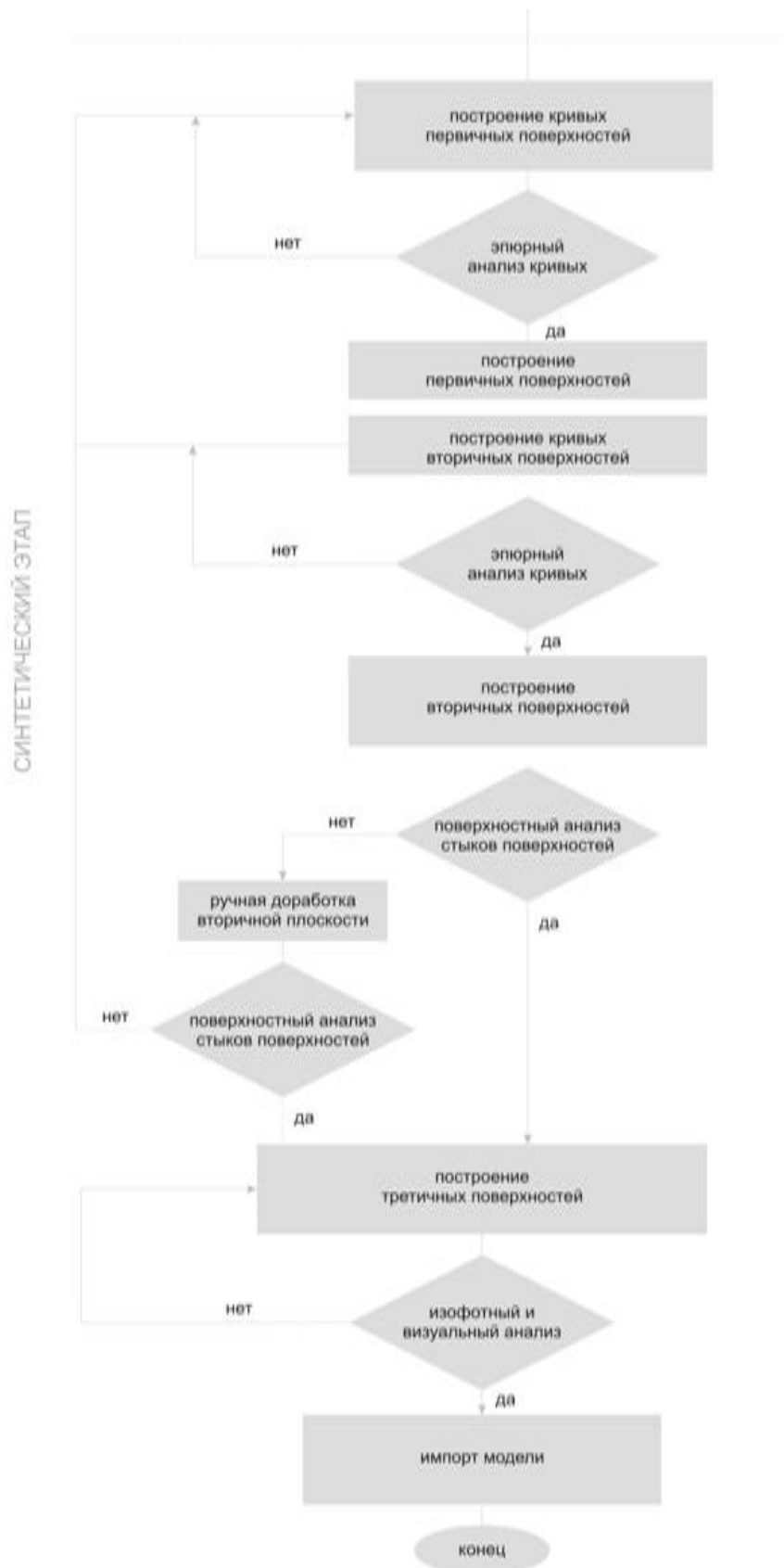


Рис. 6. Блок-схема алгоритма электронного моделирования поверхностей класса «А» кузова ТС (синтетический этап)

Библиографический список

1. Ившин К.С. Сквозное учебное проектирование промышленных изделий // Дизайн. Материалы. Технология. – 2008. – № 2. – С. 6-8.
2. Ившин К.С., Брагин Д.Н., Володских В.А. Разработка методики проектного моделирования функциональных объектов // Вестник ИжГТУ. – 2009. – № 4. – С. 4-8.
3. Ившин К.С. Электронное геометрическое моделирование в дизайне промышленных изделий и транспортных средств // Дизайн. Материалы. Технология. – 2009. – № 1. – С. 105-108.
4. Ившин К.С., Зыков С.Н. Методика выбора функционала программного обеспечения в дизайн-проектировании // Дизайн. Материалы. Технология. – 2010. – № 3. – С. 131-132.

Сведения об авторах

Ившин Константин Сергеевич

Место работы и должность: ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»

Заместитель заведующего кафедрой дизайна промышленных изделий, доцент

Ученая степень: Кандидат технических наук

Рабочий адрес и телефон: 426006, г. Ижевск, ул. Клубная, д. 71, кв. 99; 8-3412-47-90-03;

E-mail: ivsic@mail.ru