

УДК 629.114. 2

## СИСТЕМА ВИРТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРЕХОСНОГО ТУРИСТИЧЕСКОГО АВТОБУСА

VIRTUAL DESIGN SYSTEM FOR A THREE-AXLE TOURIST BUS

**Молчанова В. А., Таяновский Г. А.**, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

V. Molchanova,

G. Tayanousky, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,  
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

*Рассмотрены существенные особенности современной системы виртуального проектирования применительно к созданию трехосного туристического автобуса.*

*The essential features of the modern system of virtual design in relation to the creation of a three-axle tourist bus are considered.*

**Ключевые слова:** автобус туристический, виртуальное проектирование.

**Keywords:** tourist bus, virtual design.

### ВВЕДЕНИЕ

Автобусный туризм получает все большее распространение, что обусловило создание новых туристических автобусов большой вместимости и высокого уровня комфортности.

Сложность разработки конкурентоспособного автобуса вызвана большим числом требований к экстерьеру и интерьеру, оснащению машины необходимыми средствами для создания высокого уровня удобств, обслуживания, информационного обеспечения, других свойств потребительских качеств машины [1; 2]. Для достижения перечисленных целей процесс проектирования эволюционирует, приобретает новые черты, средства реализации, системную целостность в рамках комплекса виртуального проектирования.

## СУЩНОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ ВИРТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТУРИСТИЧЕСКОГО АВТОБУСА

Симбиоз компьютерного расчетного анализа на математических моделях, визуализации постановки задачи и моделирования процесса и конструктивного синтеза объекта исследования составляют важнейшие особенности современной прогрессивной организации виртуального проектирования машин. Оно отличается интегрированным задействованием элементов методов CALS-технологий, изобретающей машины, твердотельной машинной графики, инновационного менеджмента, сетевого планирования, разноуровневой итерационности проектных процедур, вовлечением с самых ранних процедур проектирования компьютерных средств и специалистов по дизайн-проектированию, инженеров-конструкторов по отработке объекта на функциональность, прочность, эргономичность, надежность и технологичность данного вида техники. Такая организация проектирования обеспечивает синергетический эффект в повышении потребительского качества создаваемых, в частности, туристических автобусов, конкурентоспособности, сокращении сроков проектирования и экономической состоятельности конечного результата разработки.

Виртуальное проектирование облика автобуса на ранних этапах проектирования позволяет одновременно выполнять поисково-оптимизационные процедуры синтеза общей компоновки, дизайна экстерьера и интерьера туристического автобуса с решением расчетных задач и конструированием структурных компонентов машины, при непрерывном визуальном представлении вносимых изменений в конструкцию их деталей. В реализации перечисленных принципов и особенностей состоит назначение системы автоматизированного виртуального проектирования конкретного вида машин, причем такие системы для машин разного назначения отличаются друг от друга наполнением и функциями инструментария, а концепция у них одинакова.

Применительно к мобильным машинам к примерам комплексных систем проектирования, в которых присутствуют элементы виртуального проектирования, разрабатывались и совершенствуются, в частности для грузовиков, самосвалов и автопоездов системы автоматизированного проектирования МАЗ, БЕЛАЗ, КАМАЗ.

К перечню основных преимуществ систем виртуального проектирования мобильных машин можно отнести, на наш взгляд, следующее. Для проектировщика создается удобная среда постановщика проблемы и эксперта-профессионала в своей инженерной области, а не программиста. Так в будущем предполагается осуществлять в компьютерах шестого поколения, где собственно реализацию расчетного анализа конструкции будет выполнять компьютерный автоматический решатель, а постановщик проблемы корректировать и выбирать подходящий из рациональных вариантов решения задачи, предложенных решателем с использованием визуализации на экране рабочего монитора всех вносимых в конструкцию изменений. То есть виртуальное проектирование – прогрессивный шаг прикладного развития вычислительной техники.

В частности, применительно к колесным машинам разработчики систем виртуального проектирования указывают на такие их возможности, как: манипуляции с визуальными конструктивными моделями машины и ее узлов и подсистем, визуализация задания параметров и нагрузок на объект анализа, виртуальный полигон среды движения машины, автоматическое формирование математических моделей динамики движения мобильной машины, работы их систем поддрессоривания, определения собственных частот колебаний, визуальная интерпретация решения динамических задач, задач оптимизации, визуализация движения машины в среде, автоматизированный анализ графических процессов во временной и частотной областях, моделирование мобильных машин с различными видами силовых установок и трансмиссий.

В работе разработаны и использовались начальные элементы виртуального проектирования при создании проекта нового высокопалубного трехосного туристического автобуса большой пассажироместимости (рис. 1–3). В частности, при выполнении проектных операций синтеза (первичной сборки) общей компоновки автобуса из узлов и агрегатов отечественного производства с синхронной визуализацией образующейся конструкции, демонстрацией графических результатов весового расчета, распределения веса по осям и бортам, а также с вариантами облицовки панелями конструкции для формирования образа экстерьера создаваемого автобуса. Опыт показал, что общая длительность перечисленных синхронных процедур гораздо меньшая, в сравнении с их поочередным

выполнением. Кроме того, инженер-конструктор и дизайнер при этом работают в тандеме и проще находят взаимоприемлемые конструктивные решения, а также все просматриваемые варианты и результаты их расчетов хранятся в памяти истории проекта.

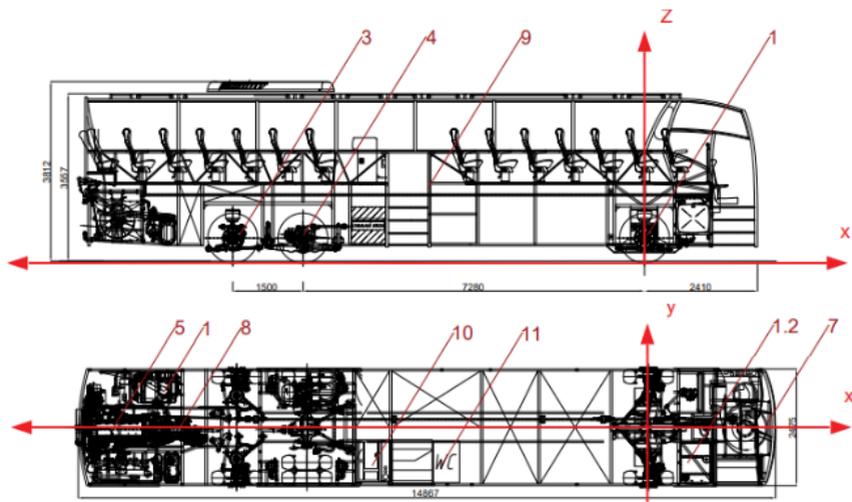


Рисунок 1 – Вариант структуры и компоновки туристического автобуса в проектной процедуре весового расчета

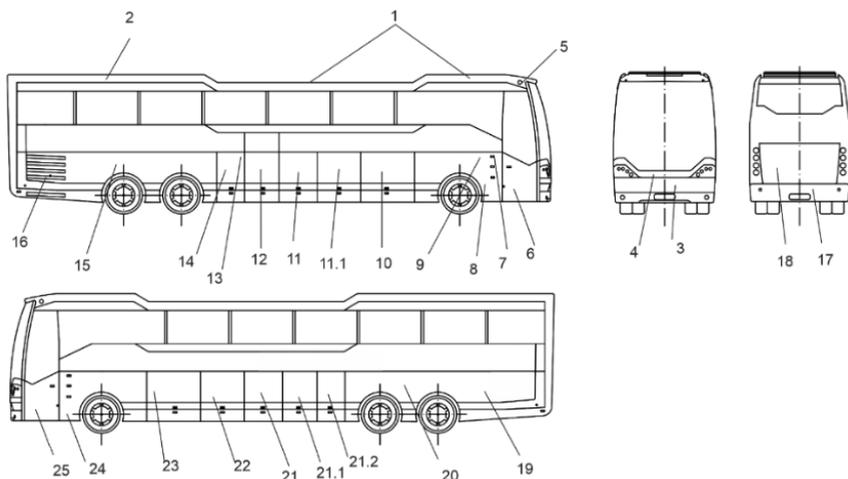


Рисунок 2 – Вариант обшивки туристического автобуса



Рисунок 3 – Вариант экстерьера туристического автобуса

## КОНЦЕПЦИЯ ОБЩЕЙ КОМПОНОВКИ

Разработанная концепция первичного выбора структурно-компоновочного решения, дизайн-образа и параметров общей компоновки нового туристического транспортного средства, на наш взгляд, соответствует прогрессивным принципам виртуального проектирования подобных сложных технических объектов [1].

Выбранное для проектной отработки техническое решение реализует новую концепцию общей компоновки трехосного туристического автобуса, которая характеризуется следующими особенностями, в некоторых сочетаниях присутствующими в лучших зарубежных образцах. К ним относятся: единая универсальная платформа автобуса, для возможности использовать различные виды двигательных установок; обеспечение высокого уровня унификации с выпускаемым фирмой типажом автобусов, электробусов и независимости от критического импорта комплектующих, а также патентной чистоты, патентной защищенности и конкурентоспособности, в том числе за счет средств комфортности для пассажиров; акцентирование на брендовые признаки узнаваемости фирмы-производителя для автобусов внутреннего использования и экспортных; соответствие требованиям технических регламентов и протоколов соответствия по безопасности, стандартам стран-импортеров на уровень показателей свойств потребительского качества, в том числе художественно-эстетических оценок дизайна внешнего вида и интерьера.

Выполнен многовариантный анализ структурно-компоновочных схем проектируемого туристического автобуса. Для более подробной проработки выбрана каркасная полутораэтажная платформа с верхним расположением пассажирского салона, с отсеками под

размещение функциональных элементов и подсистем с колесной формулой 6×2, регулируемой пневматической подвеской, со сцепным устройством для агрегатирования с прицепом, в случае необходимости, с размещением дополнительных навесных модулей. Автобус оснащен отдельными отсеками: с электронакопителями, преобразователями; с мини-кухней и холодильником; туалетом; душем; гардеробом, а также багажными ячейками [1]. Все пассажирские места оснащены системой индивидуального освещения и микроклимата, ремнями безопасности, мультимедийным экраном, разъемами для подзарядки и подключения гаджетов, откладывающимся столиком для приема пищи и напитков, приспособлениями для размещения верхней одежды. Пассажирские кресла обеспечивают высокий уровень комфортности, регулировки под антропометрию туристов, имеют приспособления для удобства сна.

В зависимости от комплектации автобусы обеспечивают уровень комфортности от четвертого до пятого и могут использоваться для междугороднего и международного туризма. На крыше автобуса, дополнительно, находятся спутниковая антенна, поворотный прожектор, видекамера кругового обзора с высоким разрешением, порт для расположения мультикоптера с видекамерами, которые обеспечивают максимальную обзорность местности туристами со своих пассажирских сидений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрены основные черты концепции современного виртуального проектирования и возможности ее применения при создании нового туристического трехосного автобуса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Волошик, А. Н. Общая компоновка трехосного туристического электробуса/ А. Н. Волошик, В. А. Молчанова, Г. А. Таяновский // НИРС-2022: материалы 78-й научно-практической конференции студентов /– Минск : БНТУ, 2022. – С. 50–53. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/handle/data/123573>. – Дата доступа 20.04.2023.

2. Технический регламент Таможенного Союза ТР ТС 018/2011. О безопасности колесных транспортных средств. – 2011.

Представлено 28.04.2023