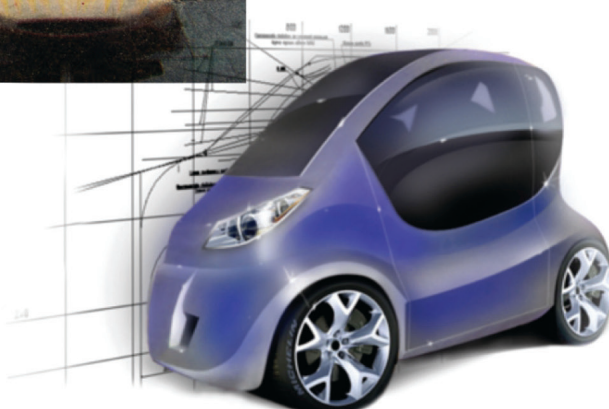


С.А. Зайцев

ОСНОВЫ ЭРГОНОМИКИ И ДИЗАЙНА АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

Учебное пособие



Министерство образования и науки Российской Федерации
Тольяттинский государственный университет
Кафедра «Автомобили и тракторы»

С.А. Зайцев

ОСНОВЫ ЭРГНОМИКИ И ДИЗАЙНА АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

Допущено УМО вузов РФ по образованию.
в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов
в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по специальности
«Автомобиле- и тракторостроение»

Тольятти
Издательство ТГУ
2012

УДК 629.3.024.1
ББК 30.17:30.18
3178

Рецензенты:

к.т.н., директор проекта «Семейство автомобилей «LADA PRIORA» *А.Н. Москалюк*;
к.т.н., доцент Тольяттинского государственного университета *Н.С. Соломатин*.

3179 Зайцев, С.А. Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов: учеб. пособие / С.А. Зайцев. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2012. – 123 с. : обл.

В учебном пособии приведены начальные сведения о пяти направлениям непосредственно связанным с проектным и прогнозным (инновационным) созданием формы автомобилей и тракторов, – специальной эргономики (в основном автомобильной), дизайна автомобилей и тракторов, автомобильной аэродинамике, автомобильной пассивной безопасности и основам геометрии поверхности формы кузова.

При подготовке пособия использован материал учебника «Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов» (2005), подготовленный коллективом МАМИ, а также материалы исследования автора в области инновационного автомобильного дизайна, исторические данные мирового автостроения и информация о последних исследованиях в данных сферах.

Предназначено для студентов специальности 190201 «Автомобиле- и тракторостроение».

УДК 629.3.024.1
ББК 30.17:30.18

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

ISBN 978-5-8259-0656-0

© ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет», 2012

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие является комплексным, оно включает основы пяти различных по своей сути областей практики и знаний, которые едины в процессе создания формы инновационного продукта – автомобиля или трактора: основы автомобильной эргономики, основы дизайна автомобилей и тракторов, основы автомобильной аэродинамики, основы автомобильной конструктивной безопасности и элементы построения геометрии поверхности кузова.

Как и любой другой наукоёмкий продукт, легковой автомобиль или массовый трактор создаются по сложной проектной структуре, в которой участвуют специалисты многих различных дисциплин, решающих проектные инновационные задачи в двух сферах: потребительской и эксплуатационной.

Эксплуатационная сфера (и её качества) в большей степени относится к конструктивным особенностям или конструкции, а потребительская сфера и её качества (в особенности у массовых легковых автомобилей) – к их форме.

Согласно классификации, предложенной академиком Е.А. Чудаковым, к эксплуатационным свойствам автомобиля относятся динамичность, топливная экономичность, устойчивость, управляемость, проходимость, плавность хода, надёжность, вместимость и конструктивная безопасность.

Конструкция (лат. *constructio*) – строение, устройство, взаимное расположение частей какого-либо предмета, машины, прибора, сооружения и т. п., определяющее его назначение. Конструктивные элементы автомобиля в целом определяют его эксплуатационные качества через проектирование систем шасси (платформы), двигателя, электрической системы и автомобильной электроники.

Потребительские качества автомобиля – цена, дизайн, расход топлива, динамика, надёжность, комфорт, безопасность, шум, вместимость, экология. Как видно несколько потребительских качеств (динамичность, топливная экономичность, надёжность, вместимость) идентичны с эксплуатационными, но есть и такие, которые в целом зависят только от формы автомобиля и его габаритов: дизайн, цена, комфорт. Именно эти качества являются определяющими для автомобиля в настоящее время.

Форма автомобиля (лат. *forma*) – наружный вид, внешнее очертание. Это внешняя оболочка автомобиля (трактора) визуальное и физически отделяющая внутреннее пространство автомобиля от внешнего, визуальное и физически взаимодействующая с окружающей его средой (физической и социальной).

В современном автомобилестроении главным носителем формы является кузов. Это одна из основных и сложных систем автомобиля. Он создаётся усилиями различных специалистов согласно требованиям потребительских качеств: автомобильного дизайна (дизайн и комфорт), автомобильной эргономики (комфорт), автомобильной аэродинамики (топливная экономичность и надёжность), автомобильной конструктивной пассивной безопасности внутренней и внешней (безопасность), геометрии построения поверхности кузова (точность и качество технологии изготовления – цена).

Формы автомобиля могут быть различного вида: конструктивная (учитывающая требования прочности, надёжности), дизайн-форма (учитывающая эстетические предпочтения потребителей), технологическая (учитывающая требования современного массового производства), аэродинамическая (использующая последние достижения автомобильной аэродинамики), безопасная (учитывающей последние международные

требования и правила) и эргономическая (использующей новейшие достижения автомобильной эргономики).

Форма легкового автомобиля является уникальным синтетическим продуктом, сочетающим в себе достижения современного инженерного творчества и художественного промышленного искусства самого высокого уровня (по сравнению с формой других видов транспорта – водного, железнодорожного) и всегда должна быть инновационной.

Только совместным трудом, как показывает практика ведущих автомобильных фирм мира, можно создать форму и конструкцию инновационного конкурентоспособного автомобиля (и трактора).

1. ОСНОВЫ АВТОМОБИЛЬНОЙ ЭРГНОМИКИ

1.1. Общие понятия и определения

Эргономика (от греч. *ergon* — работа, *nomos* — закон) научная дисциплина, комплексно изучающая закономерности поведения человека в трудовых и бытовых процессах, выявляющая особенности оптимальных условий жизнедеятельности, труда и отдыха человека или коллектива.

Комплексность эргономики заключается в том, что она использует методы и достижения многих наук, изучающих человека более узконаправленно (психологии, анатомии, гигиены, физиологии, биомеханики, биофизики и др.), и исследует человека системно — в системе «человек — объект (автомобиль) — среда». Это определяет так называемый «человеческий фактор» в системе как совокупность антропометрических, физиологических, психологических и психофизиологических моментов, оказывающих непосредственное влияние на эффективность жизнедеятельности человека в контакте с автомобилем (трактором) и средой.

Эргономика изобрела и довела до совершенства собственную комплексную методологию исследования попадающих в её поле зрения вещей и событий: она раскладывает, расчленяет их на элементарные, даже простейшие операции и фрагменты, оценивая их с позиций объективных усреднённых возможностей и потребностей человеческого организма, как индивидуального, так и «коллективного».

Такой метод определяет содержание эргономической науки: ей необходимо знать параметры множества слагаемых разнообразнейших ситуаций, а также вырабатывать формулы безошибочного синтеза исходных данных в конечные положения, регламенты и рекомендации. Именно процессы, их временные рамки, энергетические, пространственные, физиологические и прочие модели, структуры и показатели являются основой интеграции всех выводов и рекомендаций эргономических исследований.

Данные эргономических исследований служат практической основой для эргономического проектирования автомобилей и тракторов в двух направлениях: проектном — при проектировании нового объекта и коррективном — для частичной модернизации существующего объекта. Кроме того, данные эргономики используются для экспертной оценки (сравнения и определения) уровня комфорта существующих объектов.

В современном процессе гипотетического создания (проектирования и конструирования) инновационного автомобиля (трактора или другого транспортного объекта) эргономическое проектирование пронизывает весь процесс от начала до конца наравне с проектированием других участников — инженеров-конструкторов, дизайнеров, технологов и т. д.

Компоновка автомобиля или другого транспортного управляемого объекта начинается с проектирования рабочего места водителя-оператора, а также мест пассажиров и размещения их багажа. Благодаря эргономическому проектированию достигаются наиболее комфортные для данного объекта условия входа и выхода на рабочее место и места пассажиров через дверные проёмы кузова (кабины).

Основные структурные элементы проектных эргономических исследований — теория, методология и научные знания о предмете исследования. Практической частью является блок оперативных средств и методов. Это три направления системных исследований объекта: анализ, синтез и оценка объекта.

Зарубежная периодизация истории развития эргономики в XX веке включает следующие этапы: появилась в середине 40-х годов, сформировалась в 50-е годы как военная эргономика, в 60-е годы — промышленная эргономика, 70-е годы — эргономика потребительских товаров и услуг, 80-е годы — эргономика компьютеров, 90-е годы — эргономика информации, досуга, космоса.

Без эргономических научно обоснованных данных невозможно проектирование и создание современных автомобилей, в потребительские качества которых входят такие показатели, как комфорт, безопасность, а также дополнительные субъективные и объективные качества — эффективность, удовлетворение и предпочтение.

Комфорт (англ. *comfort*) — совокупность удобств, наиболее благоприятных для нормальной жизнедеятельности человека. Различают три типа комфорта: психологический, функциональный (антропометрический) и физиологический. Обратное понятие комфорта — дискомфорт — это наиболее неблагоприятные, а во многом и опасные условия для нормальной жизнедеятельности человека.

При получении показателей, наиболее комфортных для объекта, в рамках комплексных исследований эргономика согласовывает и увязывает друг с другом данные достижений наук о человеке, обществе, технических и естественных наук, соблюдая в своих рекомендациях синтез человеческого и специального аспектов. В эргономических исследованиях принимают участие специалисты различного профиля: психологи, физиологи, гигиенисты, дизайнеры, инженеры и др.

Эргономический подход к решению задачи оптимизации жизнедеятельности человека определяется *комплексом* факторов в рамках системы «водитель — автомобиль — дорога» (рис. 1). Главными для автомобильной эргономики являются пять факторов: антропометрический, психологический, психофизиологический, физиологический и гигиенический. **Фактор** (англ. *factor*. — делающий, производящий) — движущая сила, причина какого-либо процесса, явления; существенное обстоятельство в каком-либо процессе, явлении.

Антропометрические факторы — обуславливают соответствие структуры, размеров оборудования, оснащения их элементов форме, размерам и массе человеческого тела, форм объекта — его анатомической пластике.

Психологические факторы — предопределяют соответствие проектируемого объекта, технологических процессов возможностям восприятия, памяти, мышления, психомоторики закреплённых и вновь формируемых навыков работающего человека.

Психофизиологические факторы — обуславливают соответствие проектируемого объекта зрительным, слуховым и другим возможностям человека, условиям визуального комфорта и ориентирования в среде.

Физиологические факторы призваны обеспечить соответствие проектируемого объекта физиологическим свойствам человека, его силовым, скоростным, биомеханическим и энергетическим возможностям.

Гигиенические факторы предопределяют требования проектируемого объекта: — по освещённости, газовому составу воздушной среды, влажности, температуре, давлению; — запылённости, вентилируемости, токсичности, напряжённости электромагнитных полей; — различным видам излучений в том числе радиации, шуму (звуку, ультразвуку, вибрациям); — гравитационной перегрузке и ускорению.

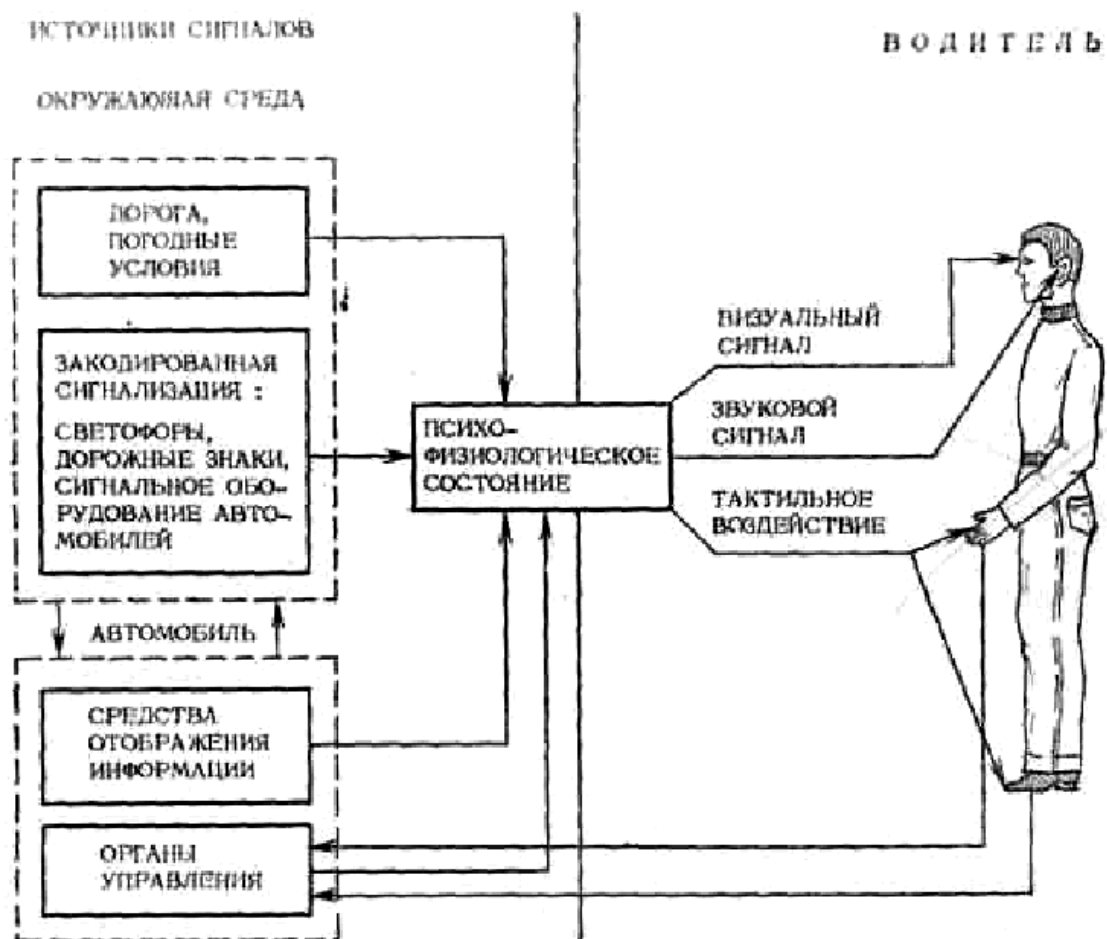


Рис. 1. Система «водитель – автомобиль – дорога»

Факторы шестой группы – **социально-психологической** – в автомобильной эргономике применяются достаточно редко: только при создании автобусов, микроавтобусов, такси и различного рода специального транспорта (скорой помощи, пожарных автомобилей и др.).

1.2. Антропометрия в автомобильной эргономике

Антропометрия (греч. *antropos* – человек) – составная часть антропологии (науки о происхождении и эволюции человека), которая разработала систему измерений параметров человеческого тела и его частей, морфологических и функциональных признаков тела. В современной практике, в отличие от более ранних систем, предпочтение отдаётся антропометрическим характеристикам человека, сведённым в систему.

Антропометрическими характеристиками называются величины, измеряемые в линейных угловых единицах или единицах массы, соответствующих размерным характеристикам или характеристикам массы частей человеческого тела и взаимного их расположения. Например, рост человека, окружность головы, углы вращения в суставах и другие антропометрические характеристики получают в результате исследований на основе массовых измерений в каждой из стран.

Антропометрические показатели габаритов тела в автомобильной эргономике необходимы прежде всего для определения моделей человека (манекенов) – главного инструмента для получения начальных данных о компоновке рабочего места водителя (в кабине

трактора) и мест пассажиров в салоне автомобиля. Они являются основой на начальной стадии процесса проектирования – создании эскизной компоновки.

В современном автомобилестроении разработана единая уникальная для всего транспортного машиностроения система эргономического проектирования и контроля полученных в эскизной компоновке результатов на всех этапах конструирования и производства массовых автомобилей с помощью антропометрических манекенов различного типа.

При *проектном* направлении эргономического проектирования необходим следующий алгоритм этапов проектирования: 1 этап – анализ эргономических данных наиболее конкурентоспособных автомобилей; 2 этап – проектирование компоновки рабочего места водителя и мест пассажиров (вначале – в трёх- и двухмерных пространствах рабочего места и мест пассажиров с использованием двухмерных антропометрических моделей человека – манекенов, а затем – в виртуальном объёмном пространстве с помощью виртуально-объёмных манекенов). Во второй части второго этапа разрабатывается эталон компоновки рабочего места водителя и мест пассажиров с помощью объёмного специально разработанного и изготовленного в масштабе 1:1 посадочного макета (рис. 2) создаваемого объекта и специально разработанных объёмных манекенов на основе данных, полученных в первой части второго этапа. 3 этап – работа по сохранению и необходимой незначительной коррекции эталонных данных, полученных на втором этапе, при изготовлении опытных образцов и коррекции их данных после ходовых испытаний, а позднее и возможной коррекции после начала массового производства; 4 этап – контроль за сохранением данных в процессе массового производства и сбор отрицательных данных у потребителей, не выявленных в процессе создания объекта.

При *коррективном* эргономическом проектировании алгоритм процесса следующий: 1 этап – также анализ эргономических данных лучших конкурентоспособных автомобилей (или других объектов); 2 этап – исследование существующего модернизируемого объекта и получение эргономических данных с использованием объёмных манекенов; 3 этап – анализ полученных данных, сравнение с данными первого этапа и гипотетическая (проектная) коррекция – создание эргономического эталона; 4 этап – практическая коррекция (воплощение) результатов эргономического проектирования и контроль за сохранением данных.

Для проектных работ на вторых этапах необходим главный инструментарий – *модель человека (потребителя), манекен*. Он разрабатывается (ранее каждой крупной автостроительной фирмой индивидуально) на основе постоянно уточняющихся данных антропометрических измерений отдельно по каждой стране, для которой создаётся объект.

Основной двухмерный манекен – профильный, для поисковых работ в М 1:4 или 1:5, для чистовых компоновочных – в М 1:1. Раньше при проведении ручных графических работ по компоновке он изготавливался из прозрачного пластика (рис. 4) и использовался в качестве шаблона при нанесении контура габаритов человека на компоновочный чертёж. В данное время при выполнении всех видов графических работ в электронном виде двухмерные манекены (в трёх видах – профильный, плановый и фазовый) во всех масштабах используются почти всегда только в электронном виде. Размеры манекена в М 1:1 указаны в табл. 1.

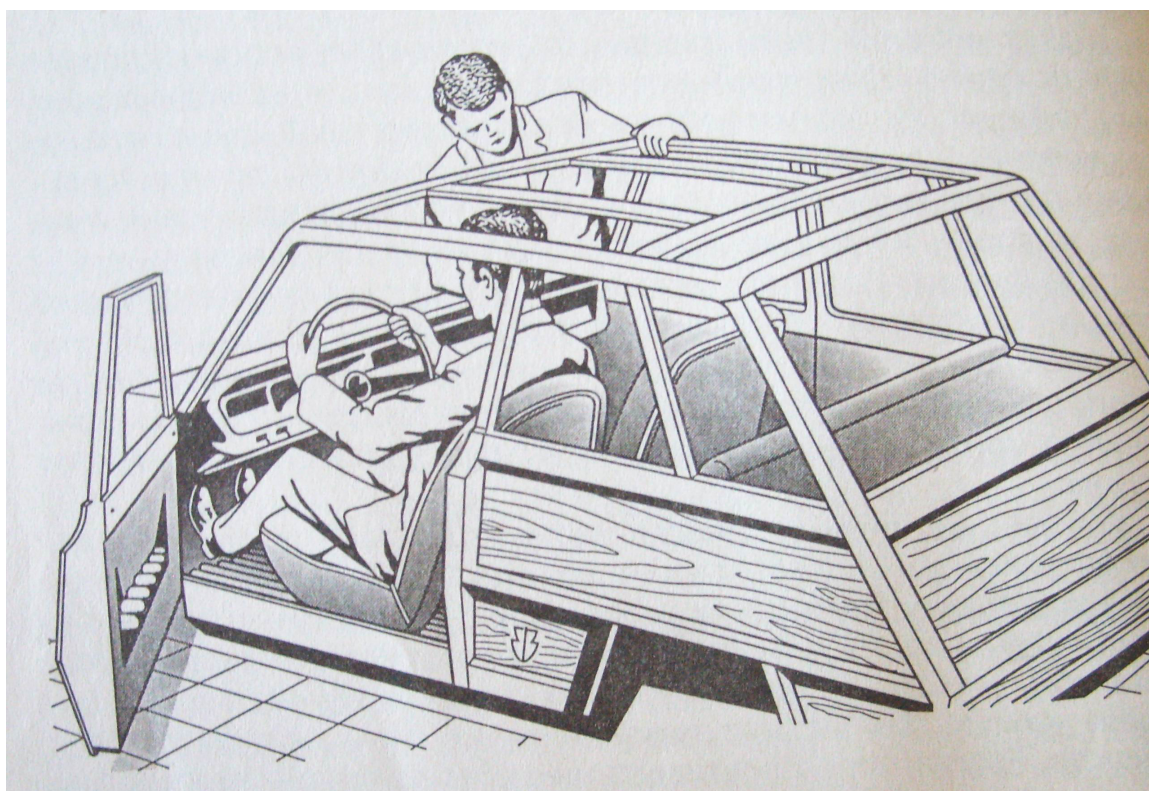


Рис. 2. Посадочный макет (геометрическая имитация салона)

Таблица 1

Элемент манекена	Уровень репрезентативности, %		
	10	50	95
А (голень)	391	417	460
В (Бедро)	406	432	455

Трёхмерный манекен, как уже упоминалось ранее, может быть виртуальным и материальным. Виртуальный трёхмерный манекен используется при проектировании на начальных этапах фиксации посадки. На конечных этапах, при разработке эталона посадки на материальном посадочном макете в М 1:1 используются только материальные трёхмерные манекены. Конструкция манекенов постоянно совершенствуется. В настоящее время ведущие автомобильные фирмы работают с третьим или четвёртым поколением конструкций манекенов.

Конструкция трёхмерных манекенов следующая: основа конструкции – стальной каркас из двух частей (спинной и бедренной), расположенный по оси симметрии на плоских пластиковых деталях, имитирующих форму частей тела, взаимодействующих с плоскостями сиденья (подушки и спинки). Детали стального каркаса соединены в тазобедренной части шарниром. Тазобедренная часть телескопическая, к которой шарнирно, на поперечной оси прикреплены две стальные детали, имитирующие голени (также телескопические), к нижним частям которых шарнирно прикреплены Т-образные стальные детали, имитирующие конфигурацию ступней. На всех частях стального каркаса устроены места для крепления грузов. Шарнирные крепления снабжены шкалами для проверки углов наклона. Масса манекена 75,6 кг (рис. 3)..

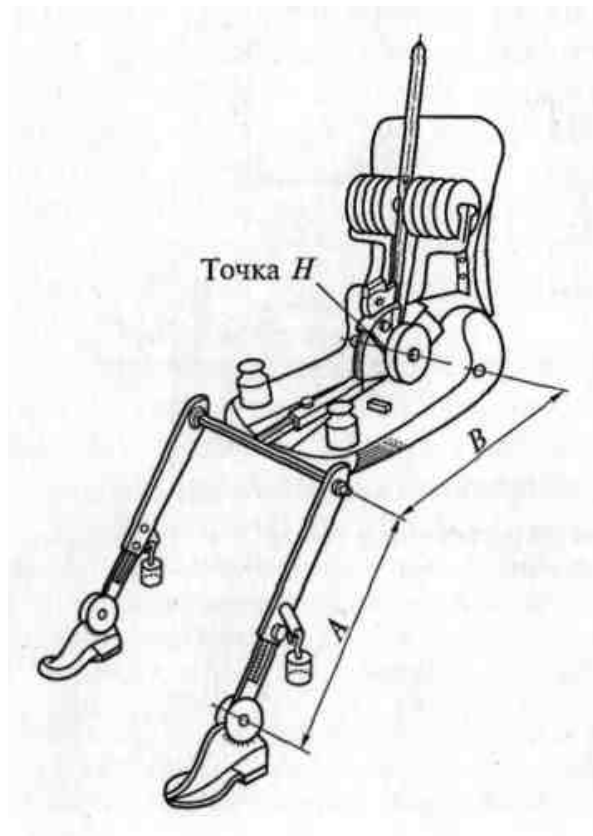


Рис. 3. Объёмный (трёхмерный материальный в масштабе 1:1) манекен для проверки и установки эталонной посадки на макете

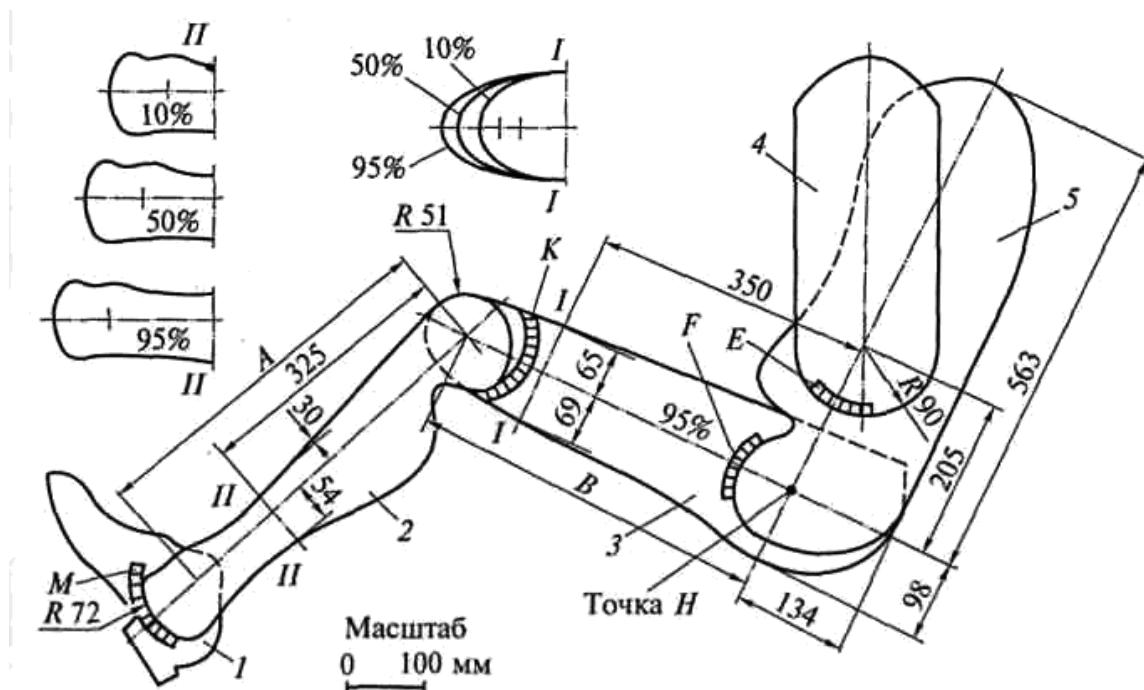


Рис. 4. Двухмерный манекен для компоновки посадки водителя и пассажиров:
 1 – стопа; 2 – голень; 3 – тазобедренная часть; 4 – вспомогательный элемент;
 5 – торс; F, E, K, M – угловые шкалы

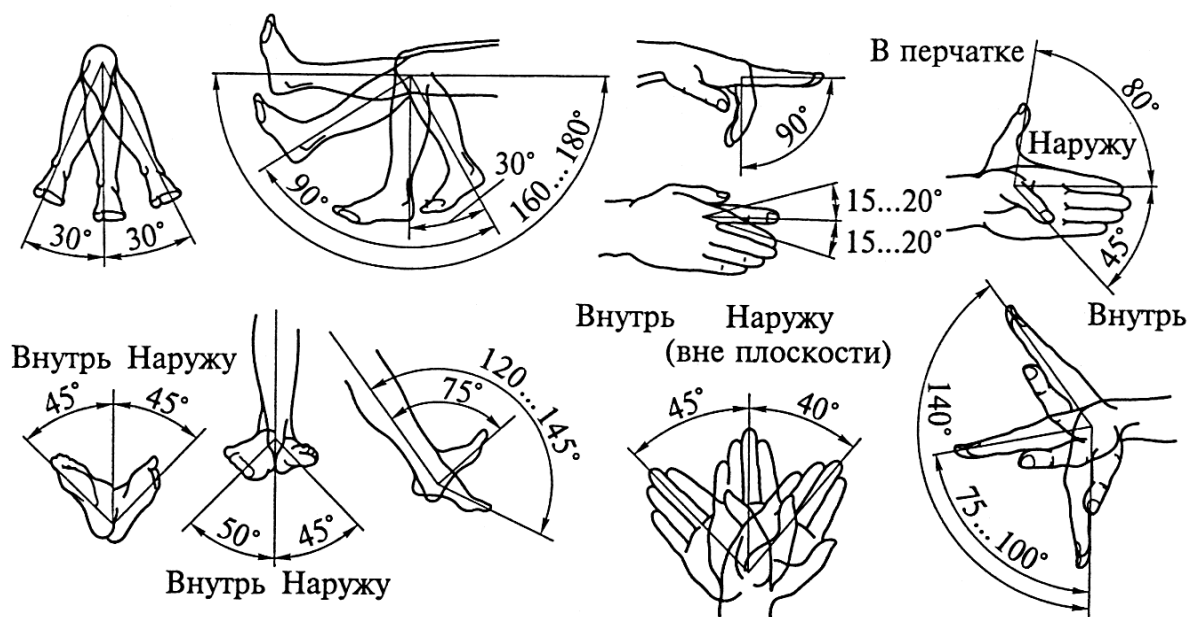


Рис. 5. Возможная амплитуда движения частей тела

Таблица 2

Данные измерений амплитуды движений частей тела

Часть тела	Характер движения	Угол поворота, °	
		Среднее значение M	Разброс $M \pm \sigma$
Рука	Разгибание (движение вверх)	85	50...100
	Сгибание (движение вниз)	53	31...88
	Отведение (движение в сторону)	40	22...59
	Приведение (движение внутрь)	35	20...54
	Угол между продольной осью предплечья и осью цилиндра, зажатого в руке	100	90...110
	Отведение из исходного положения	179	153...215
	Приведение из исходного положения	73	40...89
Голова	Наклон головы назад	60	34...85
	Наклон головы вперед	44	25...70
	Наклон головы вправо	40	24...60
	Наклон головы влево	42	26...62
	Поворот головы вправо	72	53...86
	Поворот головы влево	73	55...86
Стопа	Разгибание (движение вверх)	27	14...39
	Сгибание (движение вниз)	39	27...53
	Отведение (движение в сторону)	35	22...56
	Приведение (движение внутрь)	33	20...48

В процессе проектирования используются антропометрические данные двух видов: *статические* и *динамические*. Статические данные определяются при неизменном положении человека и включают размеры отдельных частей тела, а также габаритные (наибольшие) размеры в разных положениях и позах человека. Динамические данные – размеры при перемещении тела в пространстве, характеризуются угловыми и линейными

перемещениями: углы вращения в суставах, угол поворота головы, линейные измерения длины руки при её перемещении вверх, в сторону (рис. 5).

Группы измерений составляются по половому признаку, возрастному (взрослые различных возрастных групп и дети по 6 возрастным группам). Наиболее наглядным считается пример измерения габаритов человека по высоте стоя (росту). График полученных данных представляется в виде кривой (рис. 6). Максимальное значение по оси абсцисс – количество измеряемых данного роста, по оси ординат – условное значение роста (от 1 до 2,5 метра).

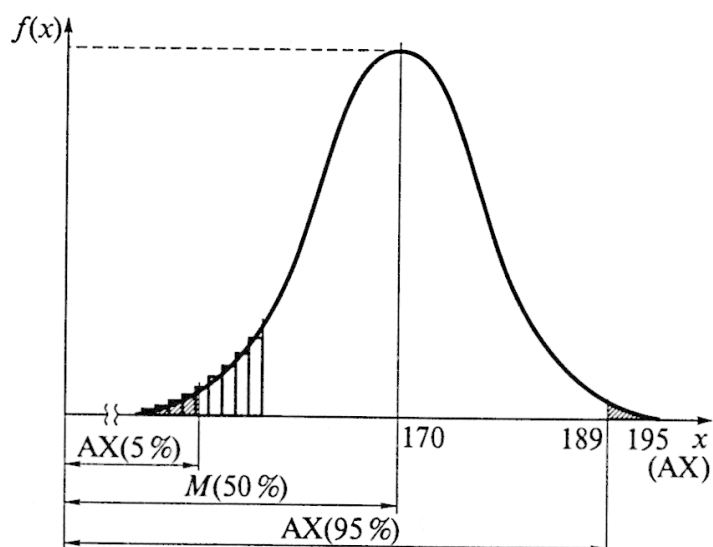


Рис. 6. Построение кривой распределения значений антропометрических данных. Перцентиль

Определение *перцентиль* означает сотую долю всего объёма измеряемой группы, разделённой по оси ординат. Для разработки манекенов в автомобильной промышленности используются мужские манекены 95-го перцентиля и женские 5-го перцентиля, что соответствует более чем на 90% уровню репрезентативности. *Уровень репрезентативности* – величина, выражаемая в процентах, соответствующая части населения (потребителей), у которой численное значение данного антропометрического признака меньше или равно его заданному значению. Данные антропометрических измерений уточняются через определённые промежутки времени согласно волнообразному изменению габаритов населения во всех странах.

Компоновка рабочего места водителя во многом зависит от его *посадки*: положения тела и конечностей и рабочей позы. Наиболее предпочтительное положение тела водителя в автомобиле сидя. Это положение характеризуется самыми оптимальными условиями равновесия, степенью напряжения мышц, состоянием кровеносной и дыхательной систем, расположением внутренних органов, расходом энергии. Это обусловлено уровнем рабочей нагрузки, объёмом и темпом рабочих движений, отвечает требуемой точности выполнения операций, имеет благоприятные условия для зрительного обзора. Положение сидя имеет большую площадь опоры, происходит разгрузка мышц нижних конечностей и органов кровообращения, что снижает энергетические затраты организма на 10–20%. Однако длительное пребывание в положении сидя способствует возникновению патологий: расслаблению мышц живота, сутулости, опущению внутренних органов, появлению

остеохондрозов, радикулитов и т. д. В положении сидя ограничено передвижение, сокращается зона досягаемости, уменьшены силовые возможности и др.

Выбор рациональной рабочей позы, создание условий для её поддержания (за счёт правильной формы сиденья, оптимальных размеров зон досягаемости) и регулярные изменения позволяют избегать отрицательных последствий.

Поза – взаиморасположение частей тела, независимое от его ориентации в пространстве и отношения к опоре. Рабочая поза динамична, её изменение связано с рабочими движениями. Она рассматривается как пространственная граница фаз движения (начальная, граничная, конечная). Сохранение позы происходит при активном участии нервно-мышечной системы, состояние которой характеризуется величиной тонуса, суставных углов, положением центров тяжести и т. п.

В зависимости от типа транспортного средства выбирается тип посадки водителя. Различают типы посадки водителя в легковом, грузовом и специальных автомобилях, автобусах. Тип посадки в тракторе зависит также от типа и величины транспортного средства и его функций. Наиболее низкая посадка водителя в легковых автомобилях характерна для спортивных (скоростных) и малосерийных мощных суперавтомобилей. Эта посадка называется «пилотной», так как точка Н, имитирующая у манекена ось тазобедренного сустава и являющаяся индикатором типа посадки водителя, находится на минимальном расстоянии от пола, а угол между осью голени и бедра максимален и приближен к 180 градусам. Наиболее высокая посадка в легковых автомобилях типа минивэн, так как их габаритная высота максимальна.

У грузовых автомобилей габаритная высота кабины почти не лимитирована, поэтому высота точки Н(Р) над полом максимальна и больше, чем у легковых автомобилей. При такой посадке спина водителя расположена почти вертикально. Посадка водителя начинается с поиска оптимального расстояния точки Н над полом для наиболее оптимального расположения туловища, основы тела водителя. От координат размещения туловища зависят дальнейшие этапы компоновки рабочего места водителя: проектирование зон досягаемости до органов управления, обзорности и считываемости индикаторов приборов, обзорности дорожных условий и индикаторов информационной системы дороги, автомобиля и дорожного движения.

В зону оперативной досягаемости входят основные органы управления автомобилем: рулевое колесо, педали управления, рычаг переключения скоростей и рычаг рулевого тормоза, а также управление информационной системой автомобиля (световой и звуковой). В пределах неоперативной зоны досягаемости находятся органы управления, расположенные на панели приборов (освещение, регулировка зеркал заднего вида, кондиционирование климата салона, электронные системы и др.)

В настоящее время существуют конкретные рекомендации по параметрам посадки водителя и пассажиров, изложенные в зарубежных и отечественных источниках. Зарубежные источники имеют наибольшее количество данных, так как исторический опыт автостроения намного богаче отечественного: институт культуры (Италия), Диксон и Стимрсон (Англия), Блэк, Доней и Мак Ферланд (США), Кремер (ФРГ), Вудсон и Канонер (США), Дрейфус (США) и многие другие. Первые отечественные работы по компоновке салона появились только в 50-е годы: Ю. Архангельский и Ю. Долматовский, Б. Гольд и Б. Филькевич, Б. Фиттерман, А. Белкин, О. Сидоров, Д. Великанов, Н. Борисов, ВНИИТЭ и многие другие.

Большинство параметров посадки водителя имеют чрезвычайно широкий диапазон изменения, например основные характерные углы рабочей позы: «корпус – бедро» – от 85 до 120 градусов (от точки Н), «бедро – голень» – от 45 до 150 градусов, «предплечье – локоть» – от 80 до 120 градусов.

Краткий обзор зарубежной и отечественной информации показывает, что не существует единого метода компоновки автомобиля, и в зависимости от важности решается общая концепция автомобиля при его проектировании. В целом можно достаточно чётко выявить «неудобство» автомобиля для человека, точнее, недостаточное внимание «человеческому фактору», который становится важным исходным пунктом начальной компоновки и выбора общей концепции.

После начальной посадки туловища происходит ее оптимизация (точка R). Окончательная посадка зависит (как было сказано выше) от оптимального расположения рук относительно рулевого колеса, и рычагов переключения передач и ручного тормоза, но – относительно педалей и головы (глазного эллипса: обзорность внешняя и внутренняя), т. е. от зоны досягаемости основных органов управления, которые находятся путём экспериментальной оптимизации и зоны обзорности, а также размеров и форм органов управления (рис. 7).

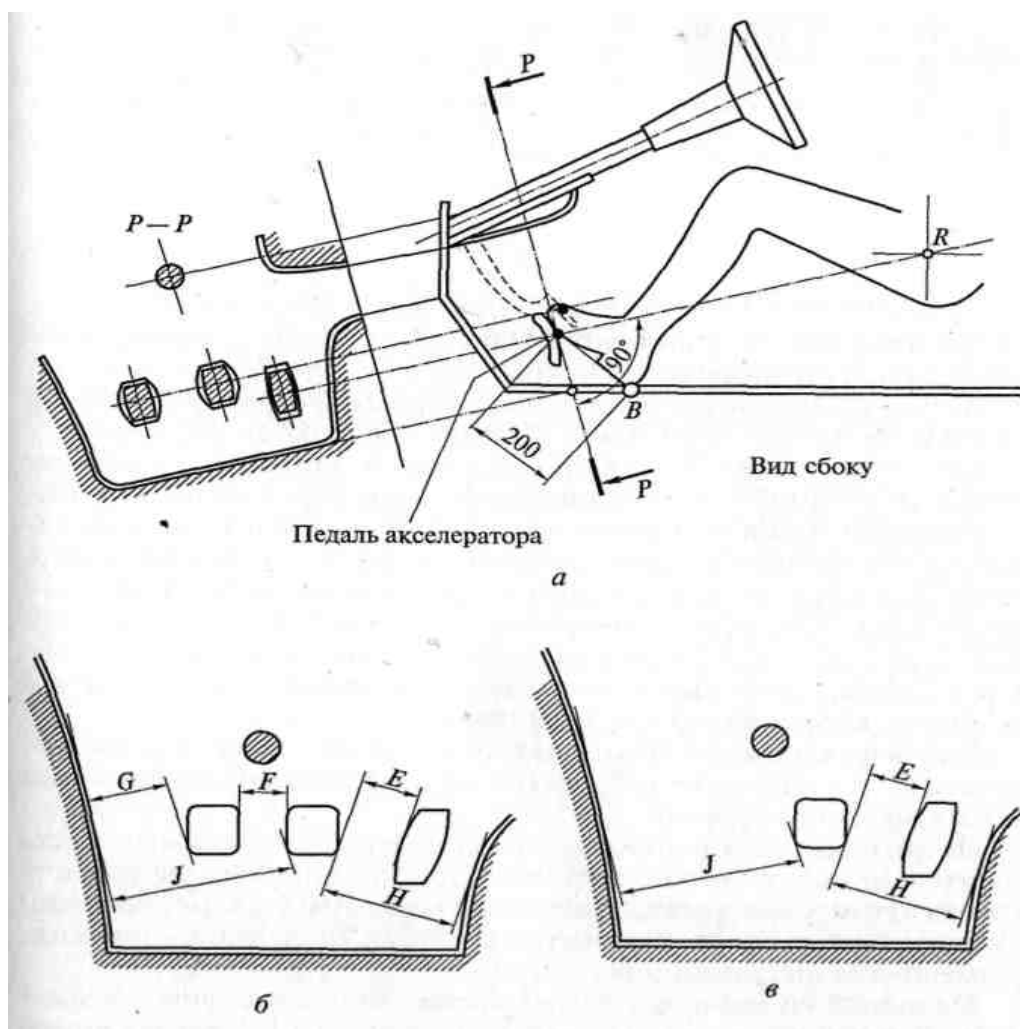


Рис. 7. Единые требования к расположению педалей (ножных органов управления автомобилем)

Чаще всего диаметр рулевого колеса составляет 350–420 мм, а на спортивных и 280 мм. На тяжёлых грузовиках и автобусах – до 600 мм. С увеличением диаметра возрастает крутящий момент, но одновременно снижается скорость вращения рулевого колеса. На усилие, приложенное к ободу рулевого колеса, влияет и угол его наклона относительно пола и углы сгибания в локтевом суставе. Эта проблема решена сейчас усилителем руля.

Любая точка рулевого колеса должна находиться на расстоянии не менее 80 мм от других деталей салона, за исключением переключателей, которыми пользуются, не снимая рук с руля. Требования к расположению педалей представлены на рис. 7. Для обеспечения удобной посадки и высадки водителя и пассажиров необходимо, чтобы дверные проёмы имели достаточные габаритные размеры и рационально располагались относительно сидений.

Для сохранения основных параметров зон досягаемости для основных органов управления и обзорности эргономисты рекомендуют регулирование точки Н(R) для водителей различных габаритных размеров в пределах проектируемой репрезентативности. Диапазон и виды регулировки неодинаковы для автомобилей различных классов (для отечественных автомобилей – это «вперёд-назад» и угол наклона спинки, а у зарубежных – ещё «вверх-вниз» и дополнительные регулировки конфигурации спинки и подушки сиденья). У грузовых автомобилей продольное регулирование не менее 100 мм (подрессоренное – 150 мм), вертикальное – не менее 60 мм.

1.3. Психология и психофизиология в автомобильной эргономике

Психология (греч. *psihe* – душа) – наука, изучающая процессы активного отражения действительности в виде ощущений, восприятий, представлений, мыслей, чувств, воли и пр.; совокупность психических процессов, обуславливающих какой-либо род деятельности; психику, особенности характера, душевный склад.

Физиология (греч. *phisis* – природа) – наука о жизнедеятельности организмов, о процессах, протекающих в их системах, органах, тканях, клетках и их структурных элементах, о регуляции функций; раскрывает законы функционирования организма как целого в единстве и взаимодействии с окружающей средой, в его непрерывном приспособлении к меняющимся условиям среды и непрерывном развитии.

Психофизиология – наука, находящаяся на стыке психологии и физиологии, использующая методы и данные этих наук для определения и выявления соответствия проектируемого объекта зрительным, слуховым и другим (обонятельным, осязательным, тактильным) возможностям человека адекватно воспринимать информацию, условиям его визуального комфорта, а также ориентирования в предметной среде.

Оптимальное решение посадки водителя автомобиля и трактора, организации его рабочего места во многом зависит от информационной части системы «водитель – автомобиль – дорога». Действия водителя неразрывно связаны с процессами приёма и переработки информации, которую он получает с помощью анализаторов (зрительного, слухового и др!) и от внешних раздражителей. Водитель принимает конкретные решения и управляет автомобилем на основе полученной и переработанной им информации. Однако в определённых условиях он не может воспринять, успеть переработать необходимую ему информацию, пропускает или принимает решение слишком поздно, в результате чего возникает дорожно-транспортное происшествие. Такой же результат возможен, когда в поле зрения водителя отсутствует достаточное количество информации, требуемой по условиям сложившейся дорожно-транспортной ситуации. Следовательно, безопасность

движения во многом зависит от количества и качества воспринимаемой водителем информации, от его психологического, психофизиологического и физиологического состояния, от информативности проектируемого автомобиля.

Информативность — это свойство автомобиля обеспечивать участников движения информацией, необходимой для динамического функционирования системы «водитель — автомобиль — дорога». Водителя необходимо рассматривать как неотъемлемую основную часть данной системы. Информация поступает к водителю с помощью сигналов. Такими сигналами являются всевозможные физические процессы, движущиеся объекты, разнообразные звуковые источники, напряжение мышц и т. д., то есть сигналы, возникающие при нормальном протекании какого-либо процесса, или сигналы, специально предназначенные для сообщения человеку информации.

В первом случае сигналы называются естественными, во втором — искусственными. Искусственные сигналы (в виде звуковых и световых сигнализаторов, указателей и стрелок измерительных приборов и т. д.) используются в тех случаях, когда естественные сигналы трудно воспринимаемы (например, когда процессы, о которых человек должен получать информацию, происходят в герметически закрытых агрегатах автомобиля, на больших расстояниях и т. д.).

Сигналы, необходимые водителю для ориентации при выполнении работы, поступают к нему через органы чувств, которые реагируют на физические и химические изменения, происходящие в окружающей среде и в его организме (воздействие света, звука, прикосновение, запах, изменение температуры и т. п.). Эти изменения воздействуют в качестве «стимулов» на органы чувств и вызывают в нервной системе человека сложные физиологические процессы, которые отражаются в его сознании в форме ощущений — зрительных, слуховых, осязания и др. Для водителя автомобиля наиболее важными являются зрительные ощущения, так как зрительный анализатор поставляет ему более 90% всей информации, необходимой для управления автомобилем.

Чтобы правильно ориентироваться в окружающей обстановке (что является непрерывным условием процесса), водитель должен принимать приходящие сигналы и понимать их значение. Наиболее важными свойствами сигналов, которые преобладают в информационной части системы, являются размер, цвет, форма, положение и перемещение. Большую роль играет визуальная информативность автомобиля (любого транспортного средства), т. е. свойство транспортного средства получать и выдавать визуальную информацию об окружающей ситуации на дороге, его месторасположении в ней, состоянии и режиме движения. Визуальная информативность делится на внешнюю и внутреннюю. К устройствам внутренней визуальной информативности относятся устройства, улучшающие обзорность автомобиля, и панель приборов.

Обзорность автомобиля (любого транспортного средства) — это конструктивное свойство, определяющее объективную возможность для водителя беспрепятственно видеть путь движения и объекты, которые могут помешать безопасному движению. Она определяется в первую очередь следующими факторами: размеры окон, ширина и расположение стоек фонаря кузова, место размещения (посадки) водителя относительно окон, размеры зон, очищаемых стеклоочистителями, конструкция омывателей, система обогрева и обдува стёкол, а также расположение, число и размер зеркал заднего обзора.

При проектировании новых кузовов и кабин или исследовании существующих моделей автомобиля обзорность можно определить на основании анализа ряда параметров, которые

в своей совокупности характеризуют обзорность с количественной и качественной сторон. В зависимости от степени влияния на условия получения зрительной информации водителем при управлении автомобилем параметры обзорности можно разделить на основные и дополнительные. Основными являются те параметры обзорности автомобиля, которые характеризуют условия восприятия водителем важных объектов дорожной обстановки, обычно расположенных в направлении движения автомобиля. Дополнительными называют параметры обзорности, характеризующие условия восприятия водителем объектов, расположение которых не совпадает с направлением основного движения автомобиля и которые являются обычно дополнительными источниками информации об окружающей среде движения (дороге).

В качестве критериев оценки обзорности используются различные условные показатели, зависящие в основном от способа определения обзорности; эти показатели не всегда сопоставимы. Выделяют четыре группы критериев оценки обзорности:

- 1) геометрические размеры оконных проёмов и очищаемых зон стекла, т. е. угловые размеры конструктивных элементов остекления кабины, а также углы обзорности с места водителя, величина которых определяется расположением непрозрачных элементов кабины относительно основных пространственных плоскостей, проведённых через эллипс расположения глаз водителя;
- 2) геометрические размеры «слепых» зон на горизонтальной площадке;
- 3) геометрические размеры и площади «слепых» зон, когда автомобиль стоит на горизонтальной площадке (оцениваются баллами);
- 4) эталонный контур, в основу построения которого положена панорама, видимая водителем через переднее стекло автомобиля при движении по прямому горизонтальному участку улицы или дороги.

Рекомендуемые параметры обзорности автомобиля определяют исходя из анализа расположения различных объектов дорожной обстановки, которые необходимо видеть водителю для безопасного управления автомобилем в диапазоне скоростей 5,5–41 м/с.

Большое значение для обеспечения хорошей обзорности и распознаваемости объектов наблюдения независимо от метеорологического состояния окружающей среды имеют стеклоочистители, а также система обмыва и обогрева стёкол. Основные требования, предъявляемые к стеклоочистителям, — это очистка как можно большей площади ветрового стекла и хорошее качество очистки за каждый ход щётки. Система обдува и обогрева стёкол должна устранять запотевание и обмерзание ветрового стекла при низкой температуре наружного воздуха.

В процессе движения водителю часто приходится оценивать дорожную обстановку позади автомобиля. Для этого устанавливаются зеркала заднего обзора, эффективность обзорности через которые зависит от формы отражающей поверхности (выпуклая или плоская), размеров зеркала и места его размещения относительно зрительного эллипса водителя, а также от обзорности через заднее стекло автомобиля (внутреннего зеркала).

Положение глаз водителя в проекции на вертикальную плоскость представляет собой эллипс, вытянутый по горизонтали и слегка наклонённый в передней части. Его величина зависит от габарита туловища водителя в положении сидя (размера перцентилей — 5, 50 или 95%), величины регулировок по высоте, горизонтали и углу наклона спинки сиденья, неровностей дороги и влияния на это демпфирующего устройства и устройства подрессоривания подушки сиденья и др.

К *внутренней визуальной информативности* относят информацию о состоянии узлов и агрегатов автомобиля, поступающую к водителю в компактной закодированной форме в виде показаний приборов и индикаторов из внутреннего сенсорного поля, т. е. со щитка приборов.

Щиток приборов, расположенный на панели приборов, является основным средством отображения информации, наряду с другими, дополнительными индикаторами (монитором компьютера, индикацией работы аэроклиматического комплекса, дополнительно1 аудио- и видеосистеой и др.). Он в наибольшей степени определяет внутреннюю визуальную информативность автомобиля или другого транспортного средства. Щиток приборов состоит из различных информационных индикаторов, которые снабжают водителя информацией о состоянии систем и агрегатов, о течении процессов в них, о скорости движения автомобиля в такой форме, в которой он способен воспринять.

Данные устройства отображения конструируются с учётом законов, управляющих восприятием, т. е. должно обеспечиваться быстрое прочтение и безошибочное (однозначное) понимание водителем передаваемой визуальной информации, которая выносится на щиток приборов. Показания контрольно-измерительных приборов и сигнализаторов приборной панели автомобиля несут достаточно разнообразную информацию, которую по важности содержания можно разделить на информацию о состоянии систем автомобиля, непосредственно обеспечивающих безопасное движение, и информацию о характеристике движения автомобиля в пространстве (скорость, уменьшение критического интервала в потоке при движении, об эксплуатационном состоянии систем и агрегатов; прочие сведения.

По смыслу различают информацию о возникновении явления, его продолжительности или окончании; о тенденции развития процесса; о текущем состоянии объекта. Основное требование к компоновке панели и щитка приборов на ней – сокращение времени восприятия водителем показаний приборов и сигнализаторов при условии получения информации в достаточном объёме. При проектировании всего приборного комплекса для рабочего места водителя необходимо прежде всего определить содержание и форму подачи зрительной информации с помощью средств отображения.

Все приборы и сигнализаторы на панели и щитке приборов необходимо размещать по функциональным зонам. Однако для сокращения времени задержки взгляда водителя внутри автомобиля при проектировании панели приборов следует учитывать также и частоту обращения водителя к приборам. Чем ближе панель приборов располагается к нижней границе обзорности дороги перед автомобилем, тем на меньший угол будет отклоняться направление взгляда водителя при его переносе внутрь автомобиля и, следовательно, для этого потребуется меньше времени.

Водителю необходимо время как для опознавания вида отображающего устройства, так и для прочтения его показаний. Установлено, что скорость считывания показаний приборов зависит от формы шкалы. Формы шкал в порядке убывания скорости считывания с них показаний располагаются следующим образом: круглые и полукруглые шкалы, узкие горизонтальная и вертикальная шкалы. На точность и скорость считывания влияют размер шкалы, расстояние до глаз, интервал между отметками. В шкальных приборах стрелки должны быть заметными, так как водитель прежде всего должен обнаружить стрелку, а затем прочитать цифру, которую она указывает.

Шкалы индикаторов на одной панели должны быть однотипными с одинаковым направлением отсчёта. Подвижная стрелка должна быть хорошо освещена, при движении она не должна затемнять шкалу. Скорость обнаружения изменений в показаниях отдельных приборов увеличивается, если нарушается («разрушается») фигура, образованная стрелками группы приборов.

Большое значение для повышения надёжности считывания показаний приборов имеет освещение щитка приборов, которое должно удовлетворять двум противоречивым требованиям: с одной стороны, необходимо обеспечить одинаковую читаемость показаний приборов и индикаторов в любое время суток, а с другой — яркость освещения шкал приборов и индикаторов не должна вызывать повышения уровня световой адаптации и ослепления водителя.

Скорость чтения показателей контрольно-измерительных приборов зависит от разрешающей способности глаза человека — от остроты зрения, угловых размеров и положения объекта в поле зрения, уровня освещённости и контраста между фоном и объектом, от возраста водителя и других факторов. Наибольшая острота зрения достигается при различении белого пятна на чёрном фоне. С уменьшением угла зрения, контрастности или яркости фона ясность восприятия объекта снижается.

Точность чтения и время, затрачиваемое водителем на наблюдение за показаниями контрольно-измерительных приборов, зависят также от скорости процесса адаптации глаз, которая определяется прежде всего степенью освещения наблюдаемых объектов. Поэтому при выборе вида и яркости подсвета панели приборов следует по возможности не допускать возникновения зрительного дискомфорта от слепящего действия ламп подсвета приборов. Для подсвета шкал приборов используют заливающий, флюоресцирующий и электролюминесцентный свет или индивидуальные для каждого прибора светопроводы.

К контрольным и сигнальным лампам панели приборов (сигнализаторам) предъявляются практически те же два противоречивых требования, что и к освещению щитка приборов: они должны быть хорошо различимы и практически немедленно обращать на себя внимание, в то же время они не должны менять уровня световой адаптации водителя и не ослеплять его. Сигнализаторы должны быть двухрежимными (для дневной и ночной освещённости), а ещё лучше многорежимными с автоматической адаптацией к уровню освещённости дороги.

Размеры сигнализаторов выбираются с учётом чёткости различения символа, нанесённого на светофильтр сигнализатора. Для обеспечения оптимальной читаемости светофильтр должен снижать влияние слепимости и отражений, сохранять резкость изображения (чёткость символа), повышать контрастность освещённого индикатора. Для улучшения восприятия необходима разность яркостей освещённого символа и фона, т. е. контрастность по сравнению с абсолютным уровнем яркости.

Цвет светофильтра не зависит от эстетических качеств и может быть различным. Чувствительность глаза к красному свету составляет менее 0,1 чувствительности к зелёному свету.

Международные рекомендации, регламентирующие требования к внутренней сигнализации автомобиля, отсутствуют, имеются только предложения ISO по условным знакам и цветам контрольных устройств (предлагается использовать красный, оранжевый и зелёный для мигающих и постоянных огней, кроме того, и голубой как дополнительный).

1.4. Другие эргономические факторы, учитываемые при компоновке рабочего места водителя и мест пассажиров

Гигиенические факторы (физико-химические) салона или кабины.

Гигиена (греч. *hygiēnos* – приносящий здоровье) – раздел профилактической научной медицины, изучающей влияние внешней среды на здоровье и работоспособность человека. Практическая область применения норм гигиены – *санитария* (лат. *sanitas* – здоровье) (рис. 8 и 9).

К физическим параметрам рабочего места водителя и мест пассажиров автомобиля и других видов транспорта относятся шум, вибрация, микроклимат (влажность, температура и др.); к химическим – состав воздуха и наличие в нём вредных примесей (паров бензина, выхлопных газов и др.).

Шум. Во время работы водитель подвергается воздействию шумов, несущих полезную информацию (звук работающего двигателя, колёс и тормозных механизмов, сигналы и шумы других автомобилей и транспортных средств) а также вредных шумов. И те и другие воздействуют на органы слуха и кору головного мозга водителя. Шум ухудшает условия работы водителя, отвлекает его, снижает внимание, увеличивает время реакции, затрудняет восприятие информативных звуковых сигналов своего автомобиля и других участников движения.

Шум – это беспорядочное сочетание звуков различной силы и частоты. Источниками шума являются колеблющиеся тела. В автомобиле к основным источникам шума относятся двигатель, трансмиссия, глушитель, шины и кузов. Правилами № 9 ЕЭК ООН нормируется внешний шум автомобилей в зависимости от типа автомобиля и скорости его движения в пределах 84–92 ДБ.

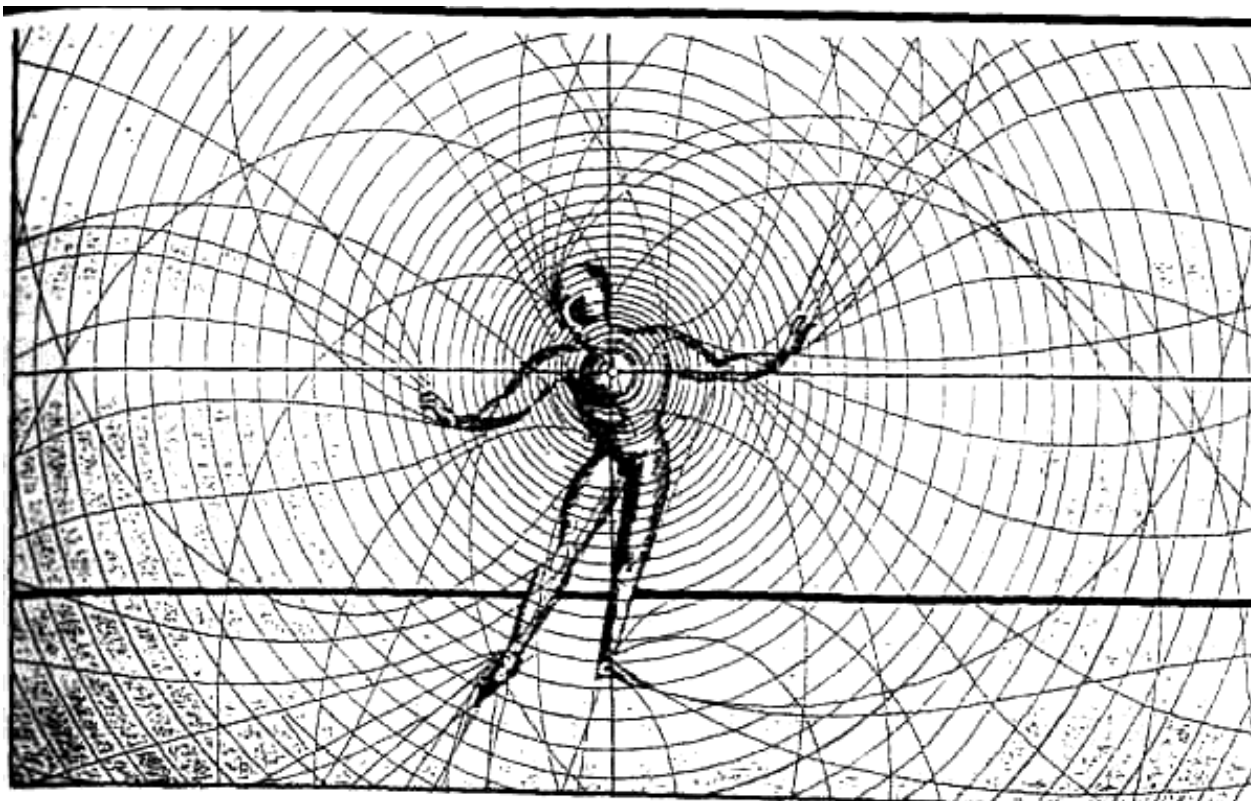


Рис. 8. Эргоцентрические очертания пространства – художественный образ человека под влиянием неблагоприятных факторов

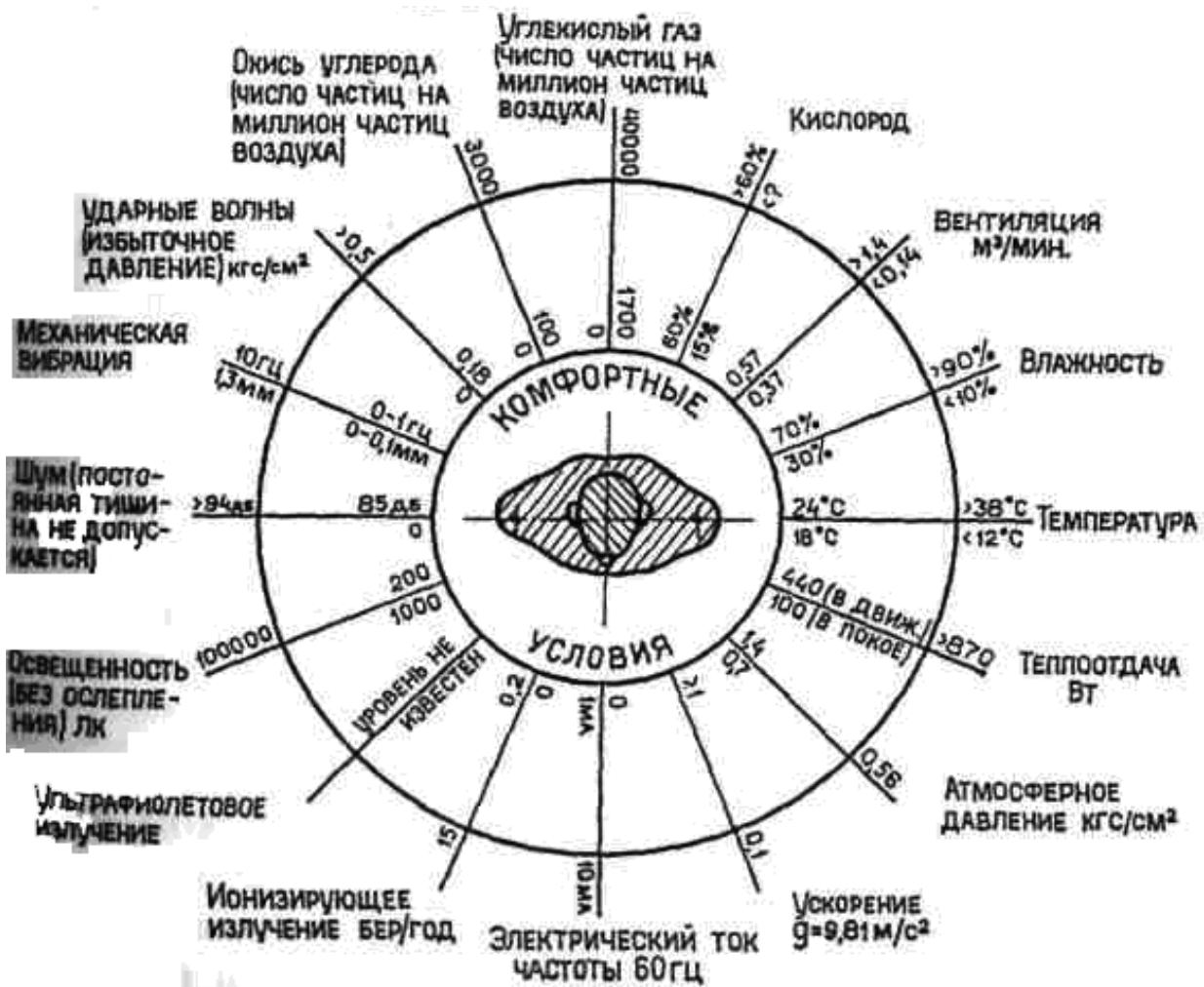


Рис. 9. Схема предельных и допустимых норм условий среды пребывания человека

Уменьшить неблагоприятное влияние шума можно ослаблением и звукоизоляцией источников шума применением шумопоглощающих материалов и устройств, а также шумоизоляции.

Вибрации – это колебания высокой частоты и малой амплитуды, возникающие при движении автомобиля или другого транспортного средства. Наиболее опасными являются вибрации в диапазоне 1–5 Гц, вызывающие резонанс колебаний частей тела человека. Колебания передаются голове, вызывают изменения ритма и частоты дыхания, артериального давления, снижают остроту бинокулярного зрения, ухудшают деятельность нервной системы.

При более высоких частотах вибрации также оказывают на водителя отрицательное воздействие, но оно менее ощутимо. В этом случае большое значение имеет амплитуда колебаний: при амплитуде колебаний 0,01 мм вибрация почти не ощущается; при амплитуде 0,02 мм действует раздражающе; при амплитуде 0,03 мм – постоянно отвлекает водителя от основной деятельности. При амплитуде более 0,03 мм длительная работа невозможна.

Для уменьшения вибрации применяют балансировку деталей, увеличивают жёсткость вибрирующих деталей, создают условия, исключая возникновение резонанса, используют вибропрокладки, вибропоглощающие смазочные материалы и покрытия. В наибольшей степени вибрацию предотвращают пневматические шины автомобилей.

Микроклимат рабочего места определяется совокупностью параметров температуры, влажности и подвижности воздуха. Влияние микроклимата на организм водителя зависит от его возраста, степени закалённости, состояния здоровья, качеств рабочей одежды.

Температура воздуха в салоне или кабине находится в прямой зависимости от температуры наружного воздуха, температуры двигателя, теплоизоляции кузова (кабины), отопления и вентиляции (аэроклиматических условий). Наиболее благоприятная температура 18–24 градуса С. В случае повышения или понижения температуры в салоне (кабине) автомобиля возрастает степень утомления водителя. При повышении температуры снижается внимание и объём оперативной памяти, плохо улавливаются изменения обстановки, увеличивается время реакции, водитель быстрее устаёт.

Температура 50 °С терпима в течение часа и намного превышает уровень, благоприятный для умственной и физической деятельности человека. При температуре 30 °С умственная деятельность ухудшается, замедляется реакция, появляются ошибки в действиях. При температуре 25 °С и выше начинается физическое утомление. Комфортное состояние водителя наблюдается при 18 °С. При температуре 17 °С и ниже начинается постепенное охлаждение тела; температура 11 °С является минимально допустимым уровнем. В условиях низкой температуры снижается работоспособность мышц, работа вызывает их быструю усталость, наблюдаются скованность и неточность движений. Тёплая одежда стесняет движения водителя, а тёплая толстошвенная обувь затрудняет управление педалями – не ощущает их сопротивление при нажатии. Температура воздуха в кабине влияет на число ДТП.

В летнее время года температура воздуха в салонах кузовов и кабин автомобилей превышает температуру наружного воздуха на 4–12 °С. Температура в них достигает 50–60 °С. Для уменьшения влияния атмосферных явлений кузова окрашивают в светлые тона, остекление защищают различными способами тонирования, оборудуют кондиционерами. При оснащении кондиционерами в жаркое время разница между температурой окружающего воздуха и температурой воздуха в кабине не должна превышать 10–12 °С.

Кузова и кабины автомобилей, предназначенных для работы в условиях низких температур, должны иметь термоизоляционные стенки, двойное остекление с электроподогревом, уплотнения для отверстий трубопроводов, рычагов, педалей и дверей из морозостойких материалов. Отопление должно осуществляться автономными отопителями повышенной мощности.

Терморегуляция организма человека в значительной степени зависит от влажности и подвижности воздуха. Влажность воздуха характеризуется содержанием в нём водяных паров. В воздухе, насыщенном водяными парами, затрудняется теплоотдача путём испарения (пот не испаряется). Особенно неблагоприятно влияет относительная влажность более 70% при температуре, близкой к 30 °С. Для большинства людей нормальная относительная влажность находится в пределах 30–70%.

На терморегуляцию тела водителя существенно влияет подвижность воздуха. Человек ощущает воздушные потоки при скорости их движения от 0,25 м/с. Рекомендуемая скорость движения воздуха в салоне кузова или кабины автомобиля не должна превышать 1 м/с. При определении микроклиматических условий необходимо учитывать взаимодействие всех параметров: температуры, влажности и подвижности воздуха.

Химические параметры (вредные примеси). Одним из гигиенических требований эргономики является поддержание необходимой (допустимой) чистоты воздуха в салоне

кузова или кабины автомобиля (трактора). В него попадают пары эксплуатационных материалов, отработавшие газы и продукты испарения дорожной одежды, содержащие окислы углерода, азота, пары бензина, минеральную пыль и другие вредные вещества.

При неисправности системы питания двигателя в салон автомобиля или кабины проникают пары бензина, которые могут вызвать острое или хроническое отравление водителя. Острое отравление наступает при концентрации паров бензина 5–10 мг/л. Хроническое отравление возникает чаще при длительном воздействии на организм малых концентраций паров.

Количество вредных примесей в воздухе салона ограничивается предельно допустимой концентрацией, которая при ежедневном 6–8-часовом воздействии в течение ограниченного времени не может вызвать у работающих патологических изменений в организме или заболевания. Параметры уровня выхлопных газов в салоне регулируются систематически изменяющимися правилами ИСО и ЕЭК ООН.

Компоновка аэроклиматических (или отдельно систем вентиляции и систем отопления) систем с учётом расположения (посадки) водителя и пассажиров в салоне автомобиля является одним из обязательных требований при создании современного конкурентоспособного автомобиля.

Хиротехника (греч. *cheir* – рука) – прикладная экспериментальная часть эргономики, опытно-экспериментальным путём решающая проблемы оптимизации форм элементов рычагов управления, с которыми человек взаимодействует тактильно с помощью рук (точнее, кистями рук).

Таковыми органами управления являются рулевое колесо, рычаг переключения передач, ручной тормоз, рычаги включения указателей поворота, включения внешней подсветки, сигнализации и освещения, клавиши управления щитка и панели приборов.

Параметры руки являются антропометрическими характеристиками. Мужские и женские руки различны по своим габаритным размерам и конфигурации. Подвижность кисти и пальцев у мужчин и женщин также несколько различны: объём движений в суставах кисти у женщин в среднем на 4–6° больше, чем у мужчин. Верхняя конечность человека имеет 30 степеней свободы, из них 22 степени принадлежат ладони и пальцам. Движения кисти делятся на хватательные и нехватательные. При хватательных движениях (захватах) предмет удерживается в определённом положении пальцами или ладонью. При нехватательных движениях происходит контакт пальцев или ладони с предметом, при этом усилие прикладывается в направлении этого предмета (нажатие кнопок и клавиш).

Способы захвата зависят от формы предмета и условий контакта. Их разделяют на силовые и точностные, первые необходимы для передачи значительных усилий, вторые – для обеспечения точного положения предмета. Например, силовые (сферический, цилиндрический, захват в кулак, захват-крючок), кончиковые (концевой, пальмарный захват), боковые захваты (ключевой или ключный, ножничный).

Во многих случаях для управления используются кнопки, клавиши, тумблеры, с которыми человек взаимодействует пальцами. Эти элементы управления характеризуются формой, размерами и усилиями, с которыми на них нужно воздействовать. При назначении усилий, с которыми оператор должен воздействовать на кнопки и клавиши, необходимо учитывать частоту этих воздействий. Рациональное усилие зависит и от условий работы водителя: водитель часто подвергается значительным вибрационным воздействиям. Поэтому слишком малые усилия не дают ему зафиксировать палец на нужной кнопке

или клавише до нажатия (так как при слишком малых усилиях возможны ошибочные нажатия или ненажатия). По этой причине в транспортных устройствах не применяется сенсорное управление.

Кроме кнопочных и клавишных включателей применяются поворотные переключатели и регуляторы.

Специфические эргономические требования к рукояткам органов управления:

- рукоятка должна быть шероховатой для увеличения трения и исключения соскальзывания руки, даже если рука загрязнена или в перчатке;
- поверхность рукоятки должна быть не блестящей, чтобы не создавать бликов отражённого света;
- рукоятка должна быть «тёплой» на ощупь и иметь низкую теплопроводность;
- поверхность рукоятки не должна пачкать рук, она должна быть устойчивой к действию применяемых в автомобилях и тракторах эксплуатационных жидкостей и легко отмываться от загрязнений;
- материал рукояток не должен вызывать аллергических реакций.

Эргономические факторы играют важную роль при создании современного конкурентоспособного автомобиля, его формы и конструкции. При эскизной компоновке, проектном эргономическом поиске и после – при доработке и фиксации на объёмном полноразмерном макете эталонной посадки водителя и пассажиров, а также при сохранении их после коррекций полного цикла испытаний и доводки создаваемой модели и контроле за сохранением их в массовой продукции – на всех этапах эргономика является существенным фактором потребительского успеха создаваемого инновационного автомобиля и его главного качества – комфорта.

2. ОСНОВЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ДИЗАЙНА

2.1. Основные понятия и определения

Современный дизайн существует 90 лет (с 1919–1920 гг.). Автомобильный дизайн стал современным несколько позднее – в 30–40-х годах XX века, века расцвета массового автостроения, инновационным – в 1960–1970-е годы.

Дизайн (англ. *design* – замысел, проект и т. д.) – проектно-художественная деятельность по проектной организации формы объекта – двухмерного изображения (графический дизайн), объёмного объекта технической или бытовой сфер потребления и массового промышленного производства (промышленный или индустриальный дизайн), объёмной «оболочки» для человека в любой сфере его деятельности (дизайн костюма) и трёхмерного пространства жизнедеятельности человека и его обитания (дизайн предметной среды).

Автомобильный дизайн – высшая ступень транспортного дизайна, являющегося лидером промышленного дизайна. Проектно-художественная деятельность по созданию формы автомобилей осуществляется в компромиссном содружестве с другими создателями автомобиля (конструкторами, технологами, экономистами, маркетологами и др.).

2.2. Дизайн в автомобильной индустрии

Понятие *автомобильная индустрия* охватывает все стороны жизни и деятельности общества, связанные с наиболее массовым видом транспорта в настоящий период времени – автомобильным, включая все типы транспортных средств, входящих в это определение: прежде всего легковые и грузовые автомобили, автобусы, специальные средства на автомобильных платформах, спортивные автомобили и др. (рис. 10).

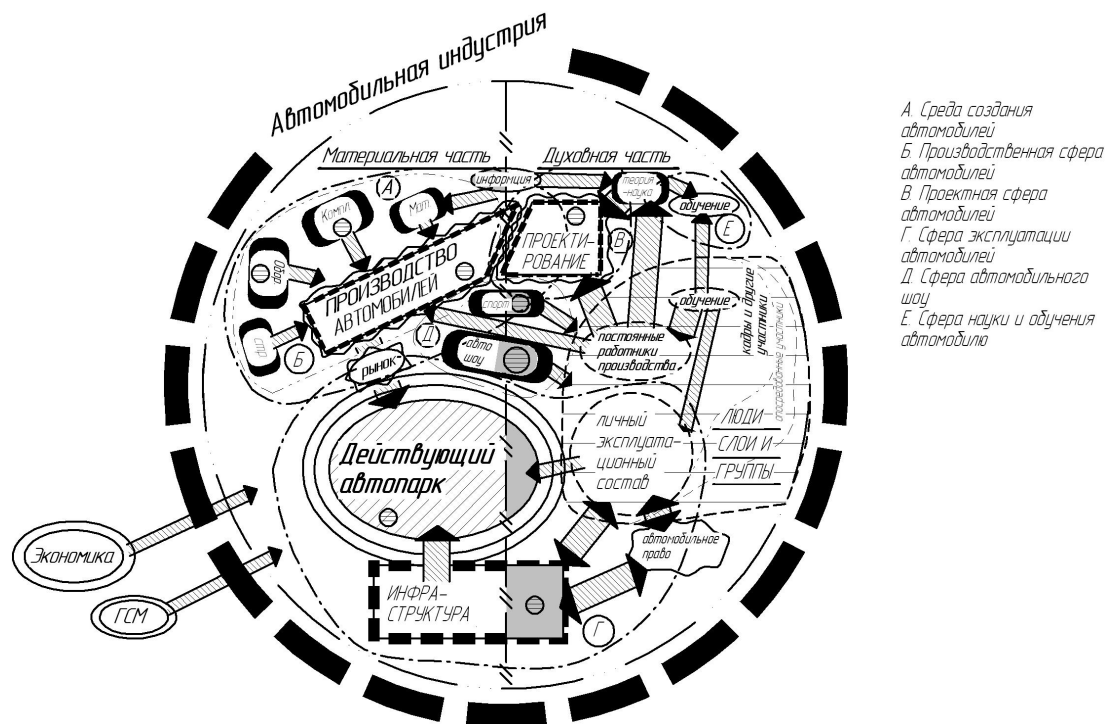


Рис. 10. Автомобильная индустрия: Θ – дизайн в элементах автомобильной индустрии (знак)

Структура автомобильной индустрии подразделяется на две части: *материальную и духовную*. Основой материальной части структуры является парк автотранспортных средств, наиболее значительной в количественном и качественном отношении, основной группой которого является многомиллионный парк легковых автомобилей. Именно они являются основными и наиболее активными представителями (носителями) автомобильного дизайна в автомобильной индустрии и обществе. К материальной части структуры также относятся: вся материальная часть инфраструктуры по эксплуатации и обслуживанию данного парка: дорожная сеть, автозаправки, станции техобслуживания, гаражи и парковки различных видов, автомобильные салоны и магазины и т. д. (рис. 11).



Рис. 11. Автомобильный дизайн в фирменном стиле АВТОВАЗа для автомобильных магазинов (салонов) и сервисов

Дизайн в этом секторе второстепенный, специфический – средовой, но с автомобильным уклоном, подчинённый автомобильному дизайну главного компонента данной части – автомобильного парка. Особую роль в материальной части автомобильной индустрии играет смежная с духовной частью сфера материальных объектов автомобильных зрелищ: автомобильных выставок и автосалонов, парадов, автомобильных музеев, спортивных соревнований и автородео и т. д. В этом секторе структуры автомобильный дизайн играет второстепенную, но значительную роль – синтетических (средового и графического) видов дизайна, но с автомобильной спецификой и привлечением других видов дизайна (эксподизайна и др.) в зависимости от объекта. К материальной части структуры необходимо отнести и все объекты производственного назначения: заводы по массовой и другим видам сборки и автомобильных средств и изготовлению их компонентов из специальных материалов.

В данном секторе структуры индустрии наиболее важную роль играет вид дизайна – промышленная эстетика с привлечением других видов дизайна с автомобильной спецификой.

Духовная часть автомобильной индустрии условно разделена на две части: созидательную и потребительскую, а также дополнительную – лично-коллективную – отдельных личностей и коллективов специалистов, обслуживающих материальные объекты структуры, и сферу подготовки новых кадров для постоянной ротации необходимых специалистов по обеспечению нормальной деятельности автомобильной индустрии и её дальнейшего развития. Для общества функционально более значима вторая, но без созидательной (первой) части невозможно существование и второй – потребительской.

Созидательная — наиболее творческая и интеллектуальная, сочетает в себе научно-технический компонент: проектный (гипотетический) и конструкторский (реальный). Автомобильный дизайн как элемент промышленного искусства наиболее полное раскрытие получил именно в этой части.

Появившись в автомобильной индустрии как элемент только проектный в 20—30-е годы XX века он в настоящее время охватывает почти все компоненты как материальной её части, так и духовной, являясь эффективной и наиболее креативной силой, обладающей уникальными возможностями влиять на общество визуально-художественными средствами и современными системными методами художественного проектирования и прогнозирования объектов, ситуаций и явлений.

2.3. Статус дизайна автомобилей

Статус (лат. *statys* — состояние дел, положение) — правовое положение, состояние.

Статус автомобильного дизайна в проектной сфере общемировой автомобильной индустрии является наиболее важным фактором и показателем уровня развития дизайна в стране и регионе. Он определён историческим развитием самой автомобильной индустрии и всех её элементов. Без автомобильного дизайна невозможен сам процесс современного синтетического проектирования как формы автомобиля, так и самого автомобиля как предмета общественного потребления и эксплуатации.

Зарубежный автомобильный дизайн во многом зависит от степени развития всех элементов автомобильной индустрии. Многие черты его статуса в проектной сфере и автомобильной индустрии в целом зависят от того многолетнего вклада в дело общественной важности — развития дизайн-формы автомобильного парка в первую очередь и визуальной части её остальных элементов.

Статус зарубежного дизайна автомобилей многослоен и складывается из профессионального (художественного), политически-правового (юридической основы), экономического (производственного и личного) и некоторых других. Профессиональный статус в проектной сфере обусловлен сложностью выполняемых художественно-творческих задач, их важностью и уникальностью.

Он напрямую должен быть больше связан со службой маркетинга и высшего менеджмента (в особенности на начальных стадиях процесса проектирования), чем с инженерно-конструкторскими службами, так как выполняет роль определённого «проводника» решений высшего руководства о необходимости заполнить новую «нишу» на авторынке, определяемую маркетологами, и от того, насколько верно будет найдено визуальное решение, во многом зависит судьба не только будущего автомобиля, но и экономического благополучия всей фирмы в данный период времени. В зарубежных компаниях статус автомобильного дизайна защищает обычно вице-президент по дизайну.

Отсюда и высокая котировка данной профессии и всего автомобильного дизайна в автомобильной культуре в целом. Это выражается в высоком общественном авторитете, влиянии в проектной сфере и определённой независимости от других ведущих факторов — инженерно-конструкторского, технологического, экономического и др.

Художественно-пластические критерии дизайн-формы легковых автомобилей (как показатель уровня дизайна всей автомобильной индустрии) складываются исторически под влиянием как культуры общества, его эстетических оценок мирового автомобильного дизайна, постоянной конкуренции на мировом автомобильном рынке, так и вследствие постоянного

расширения рамок технологических возможностей сверхмассового производства для постоянного повышения художественно-пластического уровня дизайн-формы автомобилей.

То есть и сама материальная часть автомобильной индустрии влияет на дизайн автомобилей. Особенно показательна история развития отечественного автомобильного дизайна. В автомобильном дизайне огромную роль в профессиональном совершенстве играют опыт и уровень выполняемой задачи.

Жизненный цикл массовых легковых автомобилей состоит из 5 этапов: 1) этап гипотетического создания (проектирования и конструирования), в том числе и дизайн-формы; 2) производства (любого вида – единичного или сверхмассового); 3) системы продвижения и продажи; 4) массовой эксплуатации (общественного потребления); 5) уничтожения всех видов и утилизации.

На протяжении 70-х, 80-х и начала 90-х годов отечественный автомобильный дизайн был в режиме стагнации, с некоторыми перерывами и краткими периодами развития.

До 70-х годов наша автомобильная индустрия развивалась специфически – несколько односторонне из-за чрезмерного зарегулирования автомобильной промышленности в сторону производства грузовых автомобилей и прочей техники, предназначенной в первую очередь для промышленности, обороны и сельского хозяйства. Их производилось намного больше, чем легковых автомобилей массового потребления. Дизайн автомобилей в нашей стране существовал полулегально, так как самой профессии «автомобильный дизайнер» (или стилист, как за рубежом) не существовало в министерском перечне профессий. На АВТОВАЗе специальность «художник-конструктор» появилась только в 1983 году, а до этого все дизайнеры числились инженерами-конструкторами. То есть роль автомобильного дизайна была минимальной, а статуса не было почти никакого.

В 70-х годах с появлением АВТОВАЗа – современного автомобильного предприятия того времени начался новый период возрождения всей отечественной автомобильной индустрии и автомобильного дизайна в частности. Но почти без маркетинга – службы, без которой невозможно полноценное существование и развитие современного дизайна автомобилей, так как в советской экономике рынка (а с ним и маркетинга) не было. Значит, автомобильная индустрия развивалась не так, как зарубежная – с национальными особенностями.

Ещё в 80-е годы руководство АВТОВАЗа решало вопрос: какой же рынок считать наиболее важным, свой, отечественный, или зарубежный? Такое раздвоение получилось из-за всё увеличивающихся поставок продукции за рубеж. Вопрос должен был встать неизбежно, так как продукция стремительно *устаревала*, а зарубежный рынок требовал постоянной смены моделей, новых по форме и конструктивным решениям

Отечественному дизайну (в лице дизайн-центра АВТОВАЗа) был предложен очень редкий вариант, заимствованный из истории мировой автомобильной индустрии: трижды модернизировать в различные годы существующие семейства автомобилей чисто формально – в основном частично обновлять дизайн-форму (на старой платформе) вместо разработки полностью новых современных кузовов (рис. 12).

В результате постановки на производство семейств автомобилей 2105 (вместо 2101), «Самара-2» (вместо 2108) и «Приора» (вместо 2110) отечественный автомобильный дизайн оказался в профессиональном проигрыше и по опыту работы над современной формой, созвучной общемировой и по бренду: полученные «симбиозы», составленные из эклектических частей дизайн-форм различных стилевых периодов времени, визуально информировали мировую автомобильную культуру о значительном отставании в профессиональном уровне.



Рис. 12 . Вариант несостоявшейся модернизации автомобиля ВА3 2105 с блоками светотехники от 2108

В первом десятилетии XXI века отечественный автомобильный дизайн переживает значительный спад: дизайн-центры АЗЛК, КАМАЗ и ИЖмаша прекратили своё существование. Старейший дизайн-центр ГАЗа переживает застойный период из-за смены политики и руководства завода. Дизайн-центр АВТОВАЗа ещё пытается работать в очень сложных условиях.

Автомобильный дизайн в автомобильной индустрии всех стран является визуальным «лицом» развития в первую очередь проектной сферы и интеллектуально-культурных возможностей. Отечественный автомобильный дизайн лишь однажды продемонстрировал свои потенциально высокие профессиональные возможности на примере концепт-кара «Рапан». В Париже на автосалоне он привлёк внимание и профессионалов, и потребителей, показав уровень возможностей нашего дизайна.

В настоящее время дизайн автомобиля — один из решающих факторов современной структуры автомобильной индустрии, её визуальное отражение и показатель современности её развития.

2.4. Система автомобильного дизайна

Система автомобильного дизайна (рис. 13) состоит из двух частей: *гипотетической*, создающей инновационную дизайн-форму легкового автомобиля (её стилевую пластику), и *материальной*, реализованной и размноженной дизайн-формы (и её пластики), непосредственно и массово взаимодействующей с обществом. Гипотетическая часть состоит из основы всей системы — инновационного процесса художественного проектирования и конструирования дизайн-формы легкового автомобиля. Она неразрывно связана с системой управления и контроля процессом художественного проектирования и конструирования и без него существовать не может.

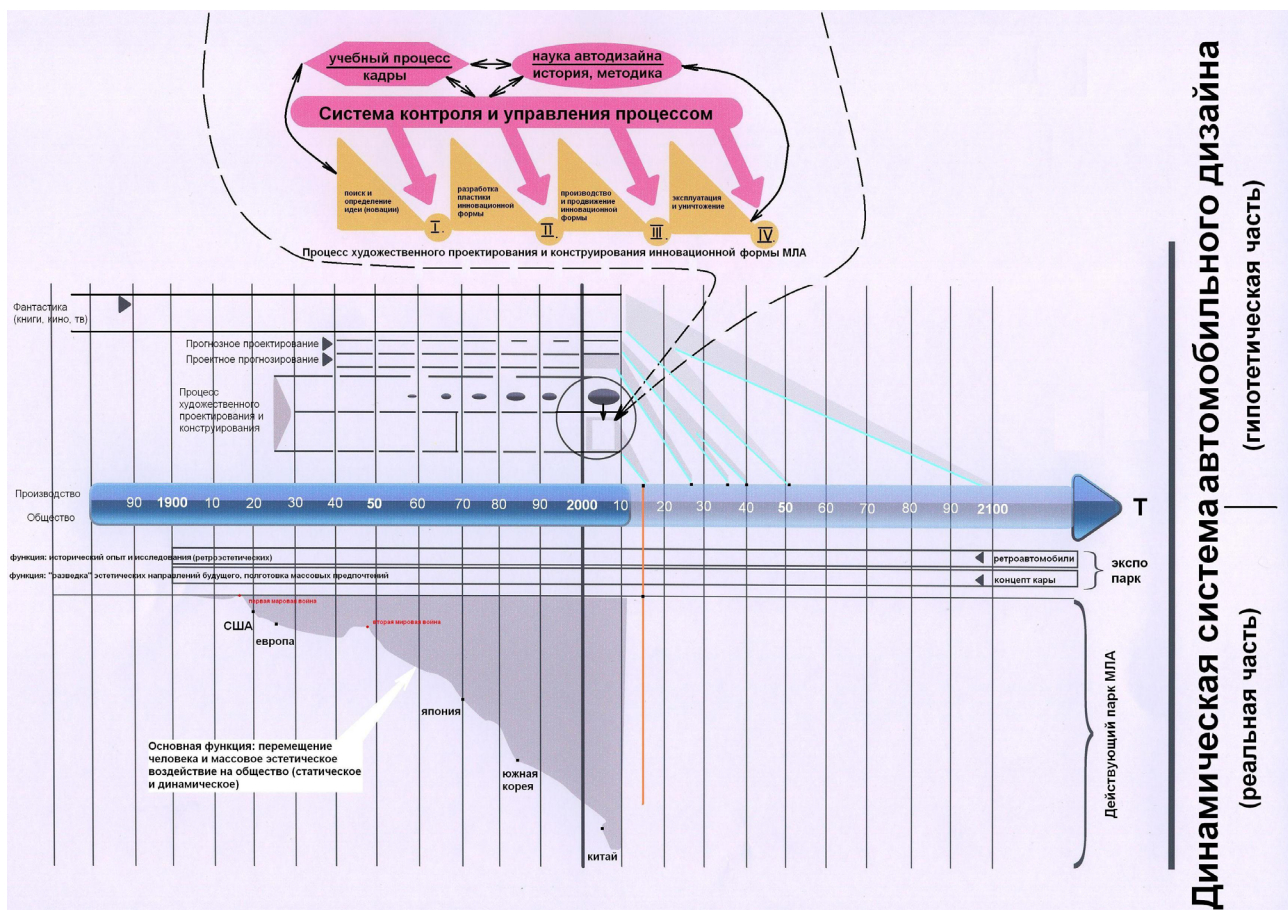


Рис. 13. Визуальная модель динамической системы дизайна легковых автомобилей

Инновационный процесс проектирования включает процессы прогнозного проектирования и проектного прогнозирования, в комплексе известные как концептуальный дизайн, который должен использовать и достижения мировой научной фантастики, зафиксированные в книгах, кинофильмах различного рода видеорядах и т. д.

В гипотетическую часть входят дополнительные элементы, без которых невозможно существование и основного – научно-теоретической базы и учебного процесса автомобильного дизайна. Научно-теоретическая база должна производить необходимый для реального инновационного процесса художественного проектирования и конструирования продукт – новые знания в формате современной методики гибкого постоянного совершенствования процесса. Она же должна вести постоянный исследовательский процесс на основе исторических и современных результатов изменения, создания и реализации дизайн-формы МЛА, являющихся единственным источником предлагаемых новационных изменений.

Другими продуктами научно-теоретической базы должны быть учебно-обзорные труды для постоянного профессионального учебного процесса в сфере автомобильного дизайна и популярная информация просветительского характера об изменениях в автомобильной индустрии, а также контроль за правильным и профессиональным освещением процессов, происходящих в автомобильной индустрии, в СМИ (борьба с дилетантизмом в этой информационной области).

Постоянно действующий процесс обучения в автомобильном дизайне необходим для естественной ротации кадров и поддержания современного уровня знаний и навыков у ра-

ботающего кадрового состава при непрерывных инновационных изменениях процесса художественного проектирования, конструирования и совершенствования оборудования.

Все элементы гипотетической части системы автомобильного дизайна тесно взаимосвязаны и инновационны, т. е. представляют собой гибкую, быстро изменяемую структуру, необходимую для постоянного обновления всего инновационного процесса МЛА как комплекса.

Вторая часть системы автомобильного дизайна является его «выставочным залом» – массовым носителем созданной дизайн-формы (и её стилевой пластики) легковых автомобилей, тиражированной производством и взаимодействующей (эксплуатирующейся и активно функционально и визуально влияющей на личное и общественное сознание) с обществом в данный период времени. Основная функция – перемещение людей осуществляется действующим парком легковых автомобилей. По различным источникам, в настоящее время он составляет от 500 млн до 1,5 млрд в мире.

Визуальное и эстетическое влияние – это дополнительная функция легковых автомобилей. Но часть автомобильного парка – «экспопарк» – предназначена именно для основной функции визуального воздействия на личное и общественное сознание – это прежде всего отреставрированные автомобил, уже не эксплуатирующиеся массово, но представляющие исторический (музейный) интерес для науки и общества. Их количество на несколько порядков меньше, чем у действующего парка легковых автомобилей, но интерес к ним растёт. Чем больше их архаический «возраст», тем более ценны они для истории.

Второе направление «экспопарка» – концепт-кары. Они также выставляются для визуального воздействия на общество, но с прямо противоположной целью – «разведки» предпочтений общества и отдельных лиц в области художественной пластики формы легкового автомобиля будущего, а также возможностей и уровня автомобильного дизайна фирмы-производителя в данный период. Другой функцией «экспопарка» является профессиональное формирование у общества возможных предпочтений на последующий период времени. Ежегодно создаются несколько десятков (до сотни) концепт-каров, но их влияние на общество и профессионалов – автомобильных дизайнеров, создающих инновационную дизайн-форму легкового автомобиля, огромно.

Обе части системы инновационного автомобильного дизайна взаимосвязаны и существовать отдельно не могут, так как составляют единое целое – инновационный процесс дизайн-формы (и её пластики) легкового автомобиля.

2.5. Структура проектного дизайна автомобилей и комплекса дизайн-формы

Автомобильный дизайн, участвующий в процессе создания дизайн-формы автомобиля, так же неоднороден, как и виды инженерного творчества участников совместной работы. В современном процессе участвуют дизайнеры различных подвидов автомобильного дизайна с достаточно узкой профессиональной специализацией по формообразованию как всего комплекса дизайн-формы автомобиля, так и отдельных комплектов формы и их элементов:

- по комплекту экстерьера (внешнего вида) формы автомобиля;
- по комплекту интерьера (салона) формы автомобиля, а также оборудования багажника или его грузовой части (в зависимости от типа кузова);

- по дизайну подкапотного пространства: художественной доработке формы двигателя автомобиля, структурно-визуальной организации его систем, агрегатов и других элементов подкапотного пространства (комплект формы);
- по созданию формы отдельных элементов устройств автомобильной электрики и электроники, входящих в комплекты форм экстерьера и интерьера, а также организации систем и агрегатов, визуально согласуемых с единым стилевым решением и эргономическими требованиями;
- по разработке цветовой гаммы комплекта формы экстерьера в целом и его отдельных деталей, индивидуально для формы каждой модели автомобиля, с ежегодными изменениями согласно потребности и в различные периоды времени, а также цветовой гаммы и подборке отделочных материалов для интерьера автомобиля в различных комплектациях;
- по автомобильной графике — разработке формы отдельных элементов (графических деталей) комплектов формы экстерьера и интерьера: орнаментов, эмблем фирмы, табличек визуальных коммуникаций и т.д., а также разработке суперграфики специальных ведомственных и спортивных автомобилей. Кроме того, в комплект формы современного дизайна автомобильной графики входит и специальная демонстрационная (презентативная) проектная графика (графические материалы на различных носителях визуальных изображений для промежуточных презентаций дизайн-формы и окончательной защиты проекта), а также специфическая визуальная часть автомобильной рекламы в различных видах СМИ, участие в комплексе автомобильного эксподизайна по данной модели легкового автомобиля — визуальной презентации его дизайн-формы (и её стилевой пластики);
- по экспертной оценке и профессиональной критике (работе в проектно-художественном совете), координации и контролю на всех этапах художественного проектирования и конструирования дизайн-формы (пластики) автомобиля и научно-теоретическим исследованиям в области реального художественного проектирования и конструирования, отслеживания современной методики проектирования и тенденций изменения стилевой пластики формы легкового автомобиля в автомобильном мире.

Дизайн-форма автомобиля на примере массового легкового автомобиля (МЛА), как наиболее показательного для автомобильной индустрии, представляет собой комплекс самостоятельных дизайн-форм, визуально взаимосвязанных между собой образно-стилевым единством создаваемого проекта, предназначенного для определённого потребителя (группы потребителей) в конкретный период времени, созданного коллективом авторов — автомобильных дизайнеров различного профиля и специализации.

В комплекс дизайн-формы автомобиля входят различные по специфике проектной разработки (художественного проектирования и конструирования) отдельные компоненты (комплекты) (рис. 14).

1. Главным или основным компонентом дизайн-формы, которая полностью определяет и идентифицирует информативно-коммуникативную и художественно-образную пластику формы в подавляющем большинстве случаев (кроме открытых форм кузова) и проявляет основные эстетические потребительские качества, является комплект дизайн-формы экстерьера легкового автомобиля. В исследованиях по автомобильной истории прежде всего используется этот компонент. Особенность дизайн-разработки комплекта дизайн-формы экстерьера автомобиля: по методике формообразования пластики она близка к специфике создания скульптуры, но с высокой точностью поверхности, возмож-

ной только в инженерной области – машиностроении. В создании комплекта элементов единой формы экстерьера кроме основного разработчика – специалиста по дизайну эстерьера (исторически – ведущего дизайнера по данной модели автомобиля) принимают участие и представители других подвидов автомобильного дизайна: дизайна автомобильной электрики и электроники, дизайна цвета и отделки, дизайна автомобильной графики. Данный комплект дизайн-формы является ведущим для всего комплекса пластики формы создаваемого автомобиля и главным инициатором и носителем новаций. Первыми ещё на стадии идеи эти новации возникают у специалистов данного комплекта формы и воплощаются, поддержанные специалистами других подвидов: в особенности электрики и электроники (форма блоков внешней светотехники, цвета и отделки и элементов графики). От уровня решения данного комплекта в основном зависит успешность инновационной дизайн-формы модели на следующих этапах инновационного процесса.

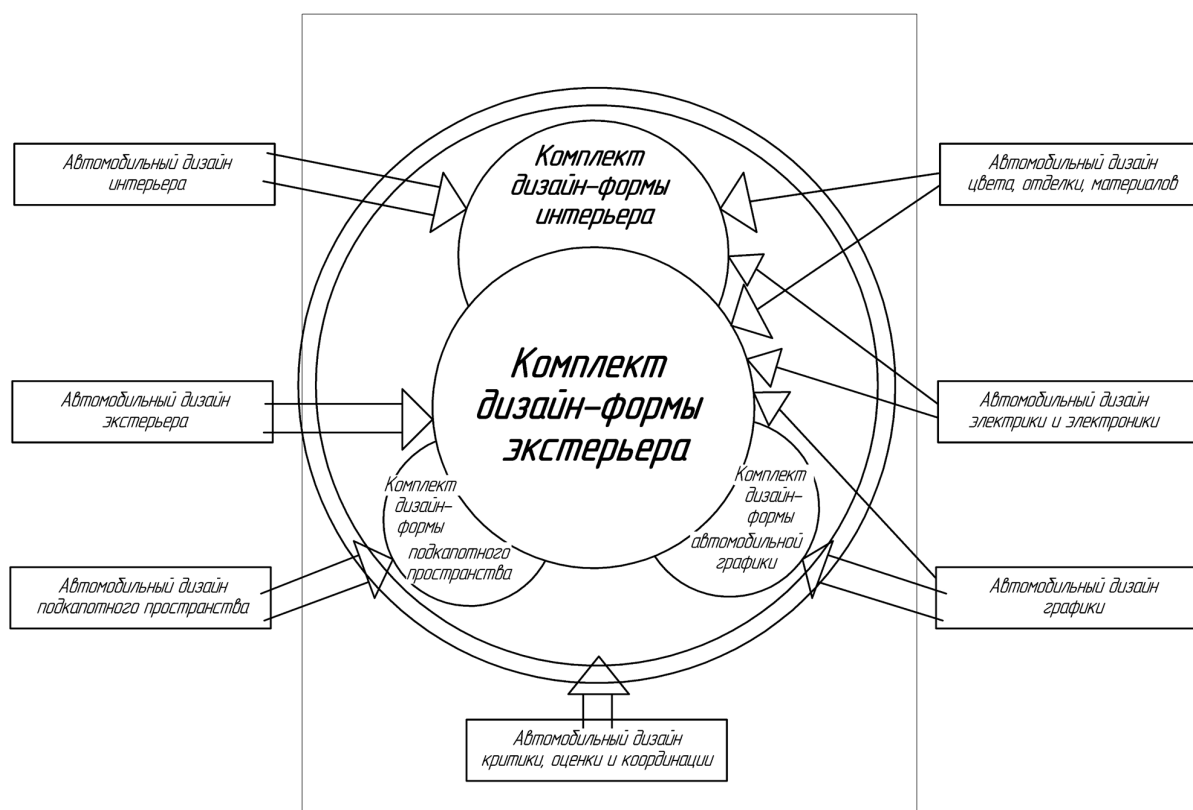


Рис. 14. Модель структуры видов автомобильного дизайна и комплексной дизайн-формы автомобиля

2. Вторым по значимости и сложности разработки комплексной дизайн-формы автомобиля признаётся комплект формы интерьера. В комплексе единой дизайн-формы модели автомобиля комплект формы интерьера воздействует на потребителей и пользователей наиболее непосредственно и близко. Они ощущают её не только визуально, но и тактильно (психологически и физиологически различными частями тела). Пластика стиля формы качественно и количественно во многом должна соответствовать личности владельца, его культуре, стилю и образу жизни, а также другим индивидуальным особенностям и потребностям. В зависимости от класса современного автомобиля это наиболее трансформируемая под запросы владельца форма. Специфика разработки комплекта ди-

зайн-формы интерьера автомобиля имеет свои особенности, но в то же время, во многих чертах по художественно-пластическому решению и организации напоминает специфику разработки объектов дизайна предметной среды (например, жилого интерьера и рабочего места одновременно). В разработке комплекта интерьера дизайн-формы автомобиля, кроме ведущего специалиста – разработчика по комплекту формы интерьера принимают участие специалисты по дизайну автомобильной электрики и электроники, по дизайну цвета и отделочных материалов автомобилей, по дизайну автомобильной графики. По объёму вклада в комплекс инновационной дизайн-формы автомобиля комплект дизайн-формы интерьера всегда следовал за главным комплектом – дизайн-формой экстерьера. Новации пластики формы интерьера во многом функционально и конструктивно инициированы и визуально зафиксированы дизайнерами.

3. Следующим по сложности разработки и важности в комплексе дизайн-формы автомобиля является комплект дизайн-формы подкапотного пространства: художественной доработки формы двигателя, визуальной организации его систем и агрегатов, а также других элементов подкапотного пространства. По своей специфике этот комплект дизайн-формы по методике разработки близок к промышленной эстетике и дизайну станкостроения. В создании этого компонента дизайн-формы автомобиля, помимо основного разработчика – дизайнера по проектированию визуальной части формы подкапотного пространства, принимают участие дизайнеры по автомобильным отделочным материалам автомобильной электрике и электронике, цветовой гамме и дизайну автомобильной графики. В комплексе дизайн-форму создаваемого автомобиля в комплекте дизайна подкапотного пространства играет вспомогательную роль: в конкурентной борьбе ведущие производители считали его обязательным в потребительских требованиях к дизайн-форме ещё с 70-х годов XX века. В отечественном дизайне работы в этом направлении начались только в конце 1990-х годов.

4. Особое место в комплексной дизайн-форме современного автомобиля занимает комплект дизайн-формы автомобильной графики. В дизайне автомобильной графики существует два достаточно обособленных по специфике проектирования направления: проектная разработка формы графических отдельных элементов (орнаментов, эмблем и шильдов) для различных комплектов дизайн-формы (экстерьера, интерьера и подкапотного пространства) и разработка комплекса материалов художественного визуального презентативного представления о разработанной комплексной дизайн-форме и отдельных её комплектов для наиболее успешной демонстрации на промежуточных этапах процесса проектирования и конструирования, а также окончательной защиты проекта. Данные материалы используются и в наиболее полном выявлении визуальной части бренда созданной модели автомобиля и его формы в рекламе и СМИ. По специфике и методике проектирования этот комплекс дизайн-формы наиболее близок к графическому дизайну. Профессиональным отличием является сам предмет проектирования и исследования специфики приёмов визуального изображения дизайн-формы автомобиля и ракурсов для выявления наиболее выгодных элементов художественной и конструктивной пластики, передаваемых визуально в различной технике (ручной графике, компьютерной и смешанной).

Проектируемая индивидуально для каждой модели и формы автомобиля рекламнорыночная модель формы автомобиля существует как часть бренда данной модели, иногда ещё даже не существующая в материале на тот период времени или позднее – уже на

стадии подготовки производства. Проектируется индивидуально для каждой модели автомобиля или семейства стиль подачи самой модели и её формы обществу для различных регионов (стран), различных СМИ и носителей рекламы. В разработке данного компонента дизайн-формы автомобиля участвуют специалисты по автомобильной графике и другим подвидам автомобильного дизайна, объекты которых визуально отображаются в материалах, а также специалисты по критической оценке, координации и исследованиям в автомобильном дизайне. Вклад графического дизайна в инновационную составляющую комплекса дизайн-формы автомобиля является вспомогательным: он помогает выявить и визуально показать наиболее яркие новационные проявления и сделать их ещё более привлекательными для потребителей.

2.6. Особенности процесса проектирования и конструирования стилевой пластики инновационной формы в автомобильном дизайне

Современный массовый легковой автомобиль — это сложный комплекс технических систем и механизмов, так как главной функциональной задачей его и потребительским качеством его является комфортабельное перемещение людей на расстояние.

Единый процесс создания проекта инновационного МЛА в полном объёме (с разделами конструкции, формы, технологии массового производства, экономического обоснования и маркетинговых требований) для передачи в массовое производство и дальнейшее продвижение длится в настоящее время за рубежом всего 2–3 года. Отсчёт и контроль за ходом процесса с начала принятия решения о создании и производстве инновационной модели ведётся по обратной хронологической схеме (как запуск космического корабля ежедневно — от максимума до 0). Каждой системе или элементу модели отведён срок в днях (наибольший — для основной разработки, остальное время — для доводки и коррекции на конечном этапе создания).

Художественное проектирование и конструирование пластики формы инновационного автомобиля — существенная часть единого процесса создания инновационной модели автомобиля. В настоящее время и сам единый процесс значительно изменился и стал инновационным: прежде (до 1970-х гг.) он вёлся в значительной степени последовательно, т. е. начало проектирования кузова, например, не начиналось до окончания разработки рабочей концепции формы кузова дизайнерами, в свою очередь, дизайнеры не разрабатывали окончательную (эталонную) форму без эскизного решения конструкции каркаса кузова и т. д. В настоящее время большая часть процесса проводится параллельно, благодаря современной инновационной организации (по определению авторов — производителей США: «параллельный инжиниринг») и внедрению компьютерной техники, что значительно сокращает время разработки и точность информации и повышает качество (рис. 15).

Для ещё большего сокращения сроков разработки, в условиях жёсткой конкуренции и опережения конкурентов в обновлении продукции, современный процесс создания автомобиля очень часто упрощают. Основная затратная по времени часть единого процесса проектирования и конструирования — создание инновационной ходовой части (шасси или «платформы» автомобиля), требующей длительных испытаний и доводки, раскладывается на несколько моделей с единой платформой, так как используется на нескольких инновационных моделях. То же самое происходит с двигателями и их системами.

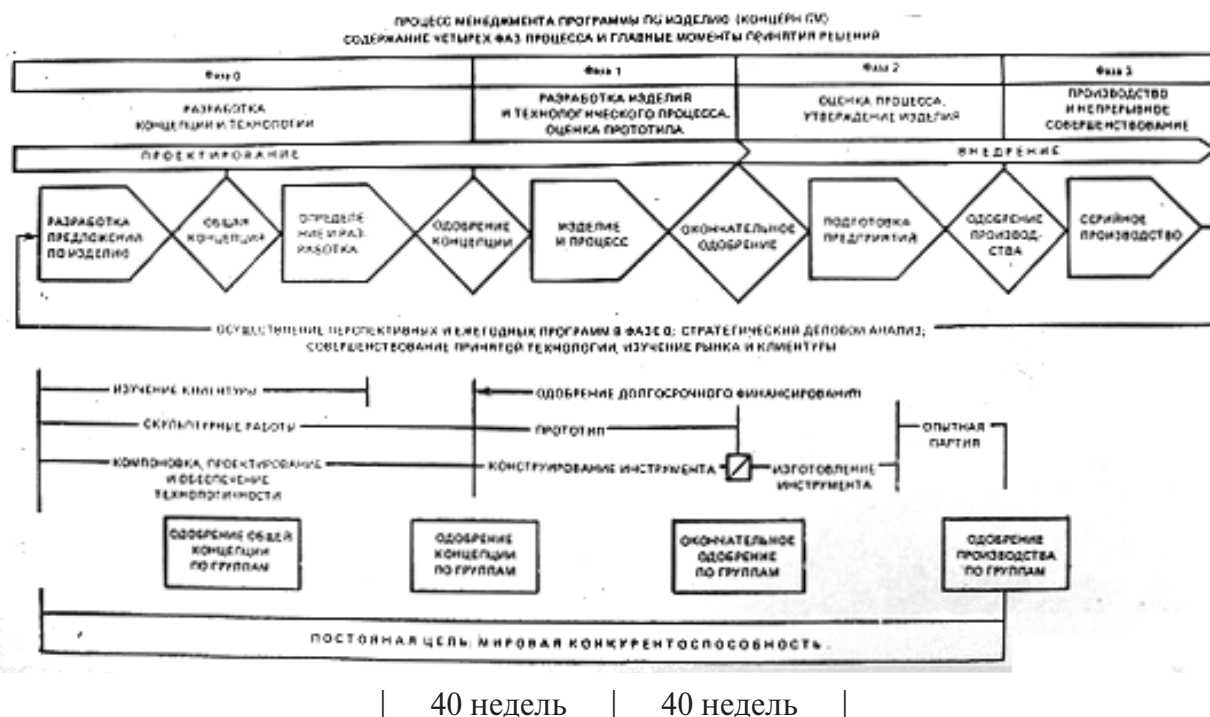


Рис.15. Процесс менеджмента по созданию легкового автомобиля
фирмы Дженерал Моторс

Сроки проектирования и конструирования инновационных моделей значительно сокращаются за счёт использования спроектированных ранее «платформ» и двигателей и их систем. Заново проектируются и конструируются только кузова (форма и конструкция). Именно они в современном автостроении являются действительно инновационными, так как их изменения происходят значительно чаще других элементов автомобиля.

В этом случае роль автомобильного дизайна в едином процессе создания инновационного автомобиля значительно возрастает, так как именно он является генератором новизны формы автомобиля и связанных с ней конструкции, технологии и материалов и становится во многом ведущей силой всего инновационного процесса.

Как и все процессы проектирования, художественное проектирование и конструирование инновационной формы автомобиля использует тройственную методическую основу: 1) этап поиска проблемы и создания поля для разработки решений (проблематика); 2) этап разработки решения проблемы (рабочий этап); 3) этап оценки, коррекции и принятия решения проблемы (или непринятия).

Главный метод процесса — художественно-проектное моделирование формы автомобиля. *Проект* (лат. *projectus* — брошенный вперёд) — это объём информации, необходимый и достаточный для начала производства объекта.

Модель (лат. *modulus* — мера, образец, норма) — в проектировании аналог (структура, схема, знаковая система, имитирующая ту или иную сторону) определённого проектируемого объекта природной или социальной реальности, продукта человеческой культуры и др. — оригинала модели (объекта проектирования).

Процесс проектирования в любой области (в инженерной — конструирование) состоит из нескольких этапов моделирования, которые всё больше конкретизируют объект проектирования.

Моделирование — метод исследования на моделях с применением методов подобию. Модели в инженерном конструировании — эскизы, чертежи, опытные образцы.

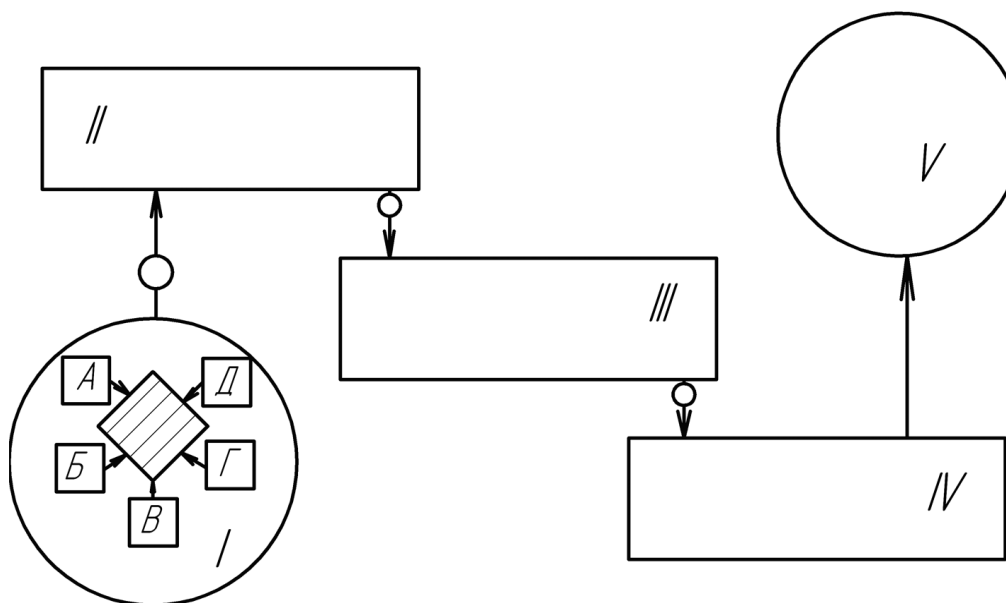


Рис. 16. Визуальная модель процесса художественного проектирования автомобиля

В художественном проектировании два типа моделей: графические (двухмерные – эскизы, поисковые рисунки, демонстрационные изображения) и объёмные (поисковые маломасштабные модели в М 1:10, 1:5, 1:4 и полномасштабные – М 1:1). Графические модели могут быть ручного изготовления или с помощью компьютерной графики или смешанной техники. Объёмные поисковые модели малого масштаба могут быть виртуальные (электронно-компьютерные, псевдообъёмные изображения) и материальные, которые изготавливаются на жёстком каркасе из фанеры, оргалита или пенопласта с слоем пластилина более 1 см для поиска формы. Демонстрационные маломасштабные модели (макеты) изготавливаются по поверхности поисковых из пластика (на основе стекловолокна с эпоксидной смолой как связующим элементом или полиэфирной смолой) (рис. 20 и 21).

Процесс художественного проектирования формы автомобиля состоит из 5 разделов (рис. 16). Первый – предпроектный (информационно-исследовательский) для определения социальной, рыночной, экономической ситуации и создания знаковой модели автомобиля – технического задания (и его неотъемлемой части – задания на проектирование формы и стилевой пластики автомобиля). Первая часть предназначена для создания ограниченного поля решений и конкретизации проектной проблемы. Ведущей информацией для данного раздела являются сведения об инновационных изменениях как самого объекта, так и среды его окружения в пределах времени эксплуатации модели автомобиля (в особенности первые три года, самые значительные для успешной инновации). Вторая часть – разработка проектного задания (проектно-исследовательской модели) для конкретизации процесса поиска решения и начальных критериев оценки разработанных решений. Используются информация первого раздела и накопленный опыт в сфере маркетинга и последних разработок конкурентных фирм-производителей. Задание представляет собой знаковую модель будущего автомобиля, описанную в виде требований к будущим решениям по современной стилевой пластике, изменению фирменного стиля, предельным значениям коэффициента аэродинамического сопротивления и другим параметрам.

Второй раздел – поиск, генерация проектно-художественных образов (начальных моделей), наиболее творческий поисковый этап автомобильного дизайна. На данном

этапе для определения новизны необходима для сравнения информация о форме концепт-каров последних лет и новых моделей автомобилей ведущих фирм-конкурентов. Продуктом данного раздела является несколько вариантов начальных моделей формы автомобиля – начальная концепция в виде поисковой графики и маломасштабных поисковых макетов (рис. 17–20).

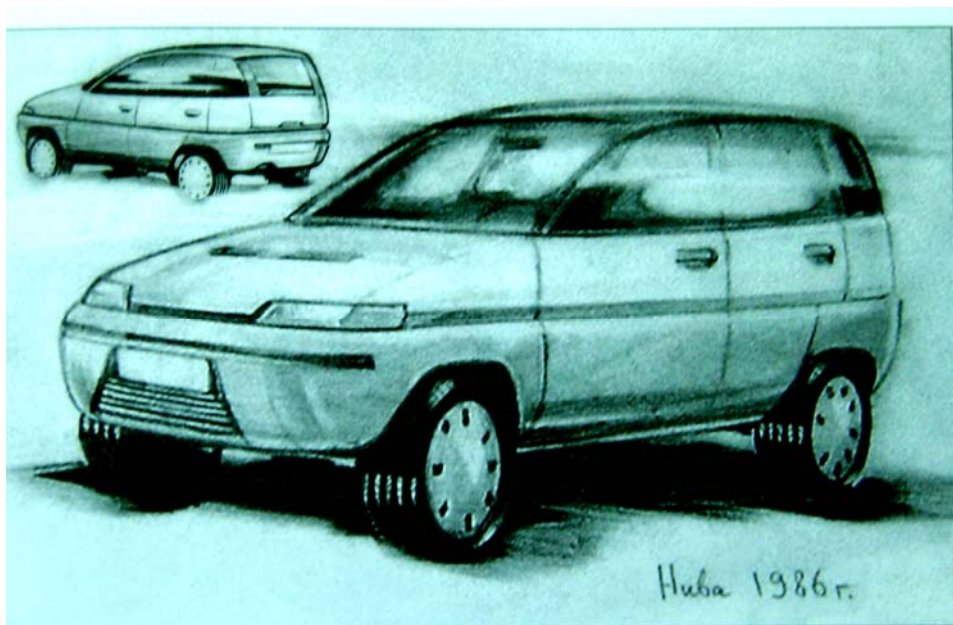


Рис. 17. Эскизы формы модели ВАЗ-2123 («Шеви-Нива» первой версии), 1986 г. Автор А. Беляков



Рис. 18. Эскиз формы модели ВАЗ-2124 («Шеви-Нива», первая версия)

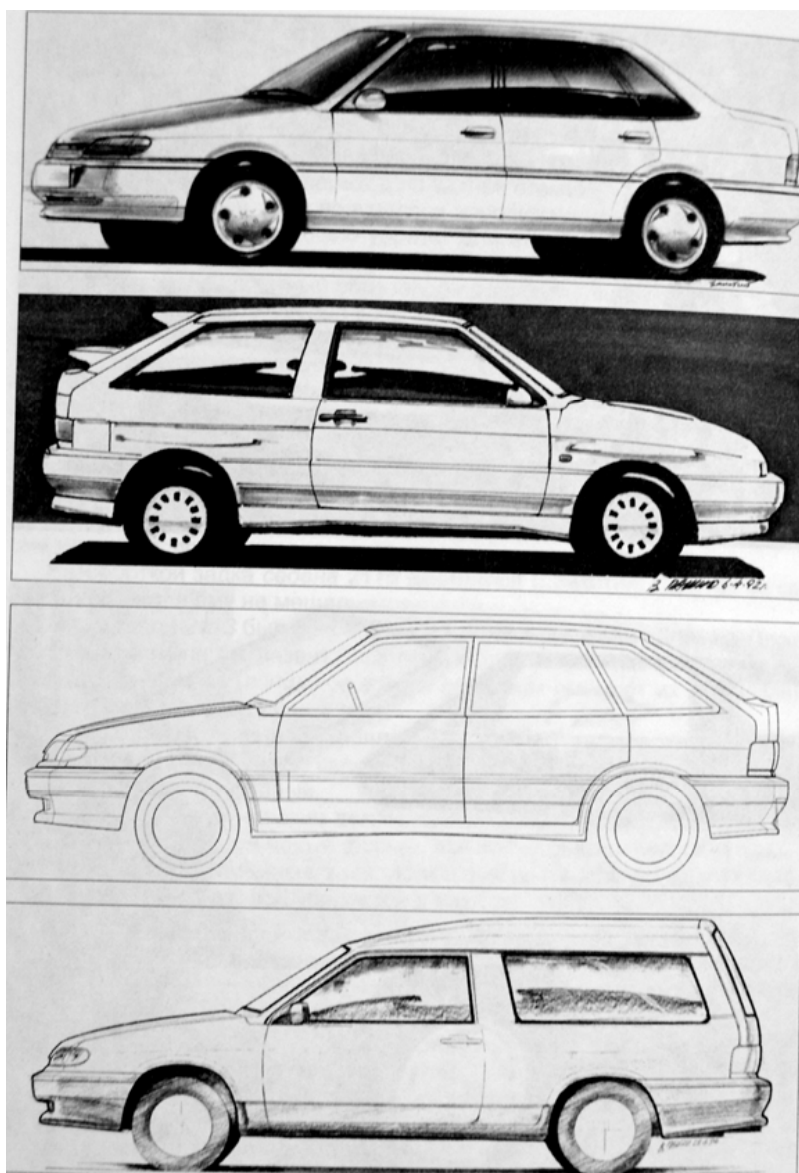


Рис. 19. Эскизы формы моделей семейства «Самара-2» (ВАЗ-2113 и 2114).
Авторы Е. Закотий и В. Пашко. (ручная графика)

Третий раздел – выбор и разработка рабочей концепции (эскизный проект). Поиск и разработка эталонной (достаточно свободной) инновационной формы, обладающей наиболее полным объёмом художественной пластики, наименее зависимой от коррекции требований других участников единого процесса. Продуктом данного раздела являются маломасштабные модели в М 1:4 и 1:5, а в некоторых случаях и в М 1:1, с поверхностью из мягкого материала (пластилина) или твердого (пластика), обмеренные для продолжения дальнейшей работы в следующем разделе (рис. 20, 21, 23).

Четвертый раздел – начало создания рабочего проекта и оформления необходимой документации для подготовки производства, окончательной разработки конструкции кузова и различных испытаний. Второй частью раздела следует считать начало разработки визуального бренда при помощи эталона окончательной формы в виде графических изображений для рекламы. Продуктом рассматриваемого раздела следует считать демонстрационный макет из различных материалов в М 1:1 как эталон дизайн-формы данной модели (рис. 22–24).



Рис. 20. Поисково-демонстрационный макет автомобиля ВАЗ-2123 («Шеви-Нива первой версии) в М 1:5 из стеклопластика (прообраз модели «Хонда HR-4, 5»). Конец 1980-х годов.
Автор А. Беляков



Рис. 21. Поисково-демонстрационный макет возможной модификации модели ВАЗ-2123 («Шеви-Нива» первой версии) – «Биг Фут» в М 1:5 из стеклопластика. Начало 1990-х годов.
Автор А. Беляков



Рис. 22. Демонстрационный макет формы модели ВАЗ-2123 («Шеви-Нива» первой версии) в М 1:1 из полистирола с отделкой поверхности и деталей



Рис. 23. Рабочий макет модели ВАЗ-2111 (первая версия) в М 1:1 с поверхностью из специального (скульптурного) пластилина. 1985 г. Автор С.А. Зайцев



Рис. 24. Первый ходовой опытный образец модели ВАЗ-2108. Декабрь 1979 г. Форма почти полностью соответствует демонстрационному макету дизайн-формы модели

Для четвертого раздела необходимы данные (для сравнения) о форме новых моделей фирм-конкурентов и достаточно конкретная начальная информация о требованиях конструкторов, технологов и маркетологов).

Пятый раздел – окончание разработки рабочей дизайн-формы и её инновационной стилевой пластики, а также её доводка после коррекции конструкции в результате испытаний. Это заключительная разработка решения проблемы. Окончательная проектно-художественная модель инновационного продукта – массовая тиражированная форма (рис. 25). Здесь важна информация самых последних коррекций требований всех участников единого процесса проектирования и конструирования. Продуктом данного раздела процесса является окончательный эталон формы легкового автомобиля «КУБ», предназначенного для массового производства в настоящее время, в электронном (цифровом) виде, сохраняемый без малейших изменений на протяжении всего времени производства данной модели или семейства и даже в течение некоторого времени после него (по международным требованиям). Кроме того, продуктом является и демонстрационная графика (рис. 26, 27).

Раньше «КУБ» представлял собой специальную модель поверхности формы из пластика высокой прочности, построенной на стальном каркасе с частями поверхности, разделёнными по деталям, предназначенным для изготовления штампов отдельных деталей поверхности (капотов, крыши, дверей и т. д.)



Рис. 25. Окончательная (после проектирования и конструирования) форма-эталон модели ВАЗ-2110 из пластика и дерева для итоговой оценки аэродинамических качеств. Начало 1990-х годов

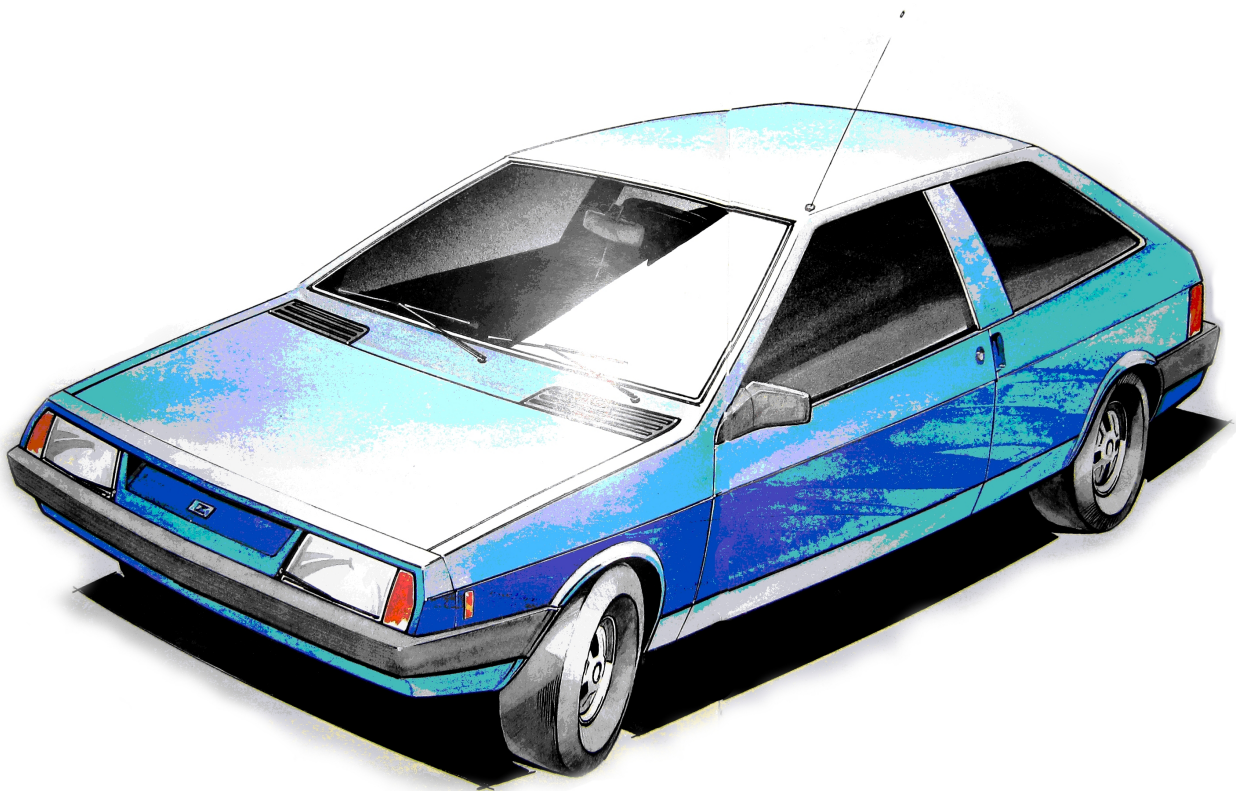


Рис. 26. Демонстрационная графика формы модели ВАЗ-2108. Конец 1970-х годов. Авторы В. Пашко и Ю. Верещагин (ручная графика)



Рис. 27. Демонстрационная графика формы модели VAZ-2110. Начало 1990-х годов.
Автор В. Ярцев. (работа ручная)

В режиме острого дефицита времени и ограничений со стороны других участников единого процесса (конструкторов, технологов, экономистов, маркетологов) часто приходится принимать не вполне оптимальные для данной ситуации решения. Для обеспечения более качественной работы при сокращении сроков выполнения нетворческих работ применяются методы с использованием электронной техники: при обмере поверхности объёмных моделей, подготовке поверхности к чистовой обработке, «псевдообъёмные» графические изображения при моделировании формы на начальных разделах проектирования в среде и динамике и др.

В творческой работе, например при интенсивном поиске проектно-художественных образов, значительное сокращение сроков возможно благодаря использованию собственных наработок в области концептуального автомобильного дизайна, а также данных фирм-конкурентов. Процесс проектного прогнозирования и прогнозного проектирования (генерации новизны) используется на данном этапе с максимальной.

2.7. Мировая история развития легкового автомобиля и его формы

Большинство исследователей истории развития мирового автостроения принимают периодизацию Фернана Пикара, в течение 30 лет возглавлявшего отдел проектов и исследований фирмы «Рено». Он предложил историю мирового автостроения до 1970 года разделить на три периода. I период – от возникновения автомобиля (условно – 1883 год) до начала первой мировой войны (1914 год) – изобретательский, который исследователи и коллекционеры разделяют на две части. Начальная часть первого периода развития обозначена как «предки» (автомобили производства до 1905 года), а вторая часть – «ветераны» (автомобили производства после 1905 года). II период мировой автомобильной истории обозначен как инженерный (с 1918 до середины 1940-х годов), III период – стилистический или дизайнерский (с 1945 по 1970 год).

По другим источникам, IV период развития – инженерно-стилистический (1970–2000 гг.), V период – революционный (с 2000 года по настоящее время) (рис. 28).

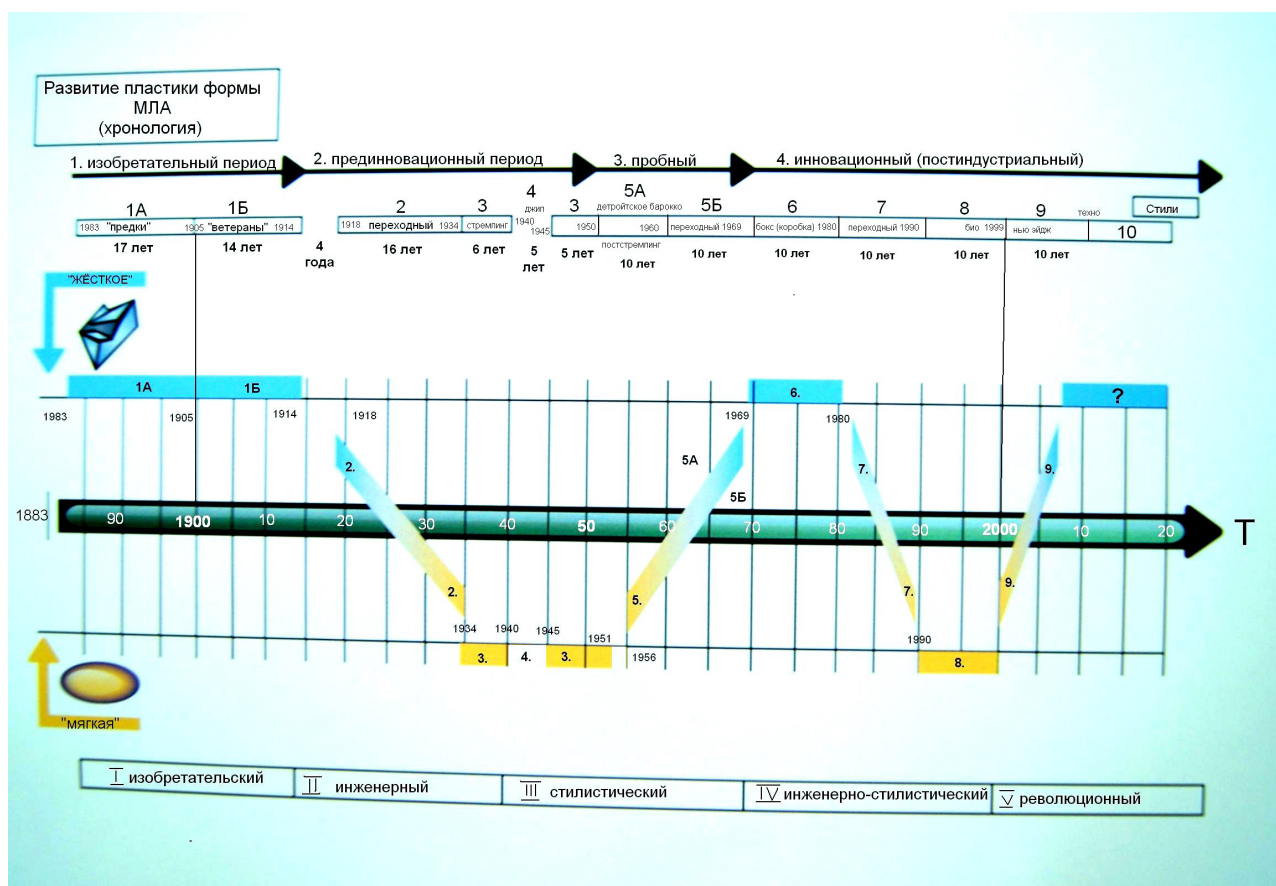


Рис. 28. Хронология истории всеобщего развития конструкции и формы легкового автомобиля

Каждый из этих периодов отмечен существенными различиями складывающихся условий и ситуаций, определяющих ход развития и изменяющих конструкцию и динамичное постоянное развитие формы массового легкового автомобиля (как объект исследования) достаточно существенно по сравнению с предыдущим периодом времени. В каждый период ведущую роль играет один или два из трёх участников – создателей легкового автомобиля: инженер (конструктор и технолог), дизайнер и заказчик – массовый потребитель через маркетинг (службу производителя, связанную с потребителем).

В I период развития (1883–1914 гг. – изобретательский), в особенности в начальной его части, маркетинга автомобилей ещё не существовало, а была лишь потребность общества в удовлетворении всё возрастающих перемещений людей и грузов новыми средствами транспорта. Но уже в начале XX века Г. Форд стал одним из учредителей теоретических основ автомобильного маркетинга, учитывающих «красоту автомобиля» (дизайн) как товар.

Основные усилия в данный период времени в этой сфере были направлены на доведение инженерной конструкции легкового автомобиля до уровня начала массового производства (при помощи большого числа небольших мастерских и цехов, производивших участковым методом штучно или десятками множество разнообразных моделей для дальнейшего естественного отбора наиболее оптимальных для того времени при помощи эксплуатации и рынка).

В 1911 году, с изобретением и внедрением автомобильного конвейера Г. Фордом, массовый легковой автомобиль (МЛА) начал своё существование: после первых 15 лет производства легковых автомобилей в 1913-1914 годах ежегодно производилось около 500 тысяч, а в 1917 году только в США – уже 2 миллиона.

Вопрос о форме (в том числе художественной) как таковой в этот период не стоял, так как инженеров-конструкторов и производственников (ведущих специалистов в создании МЛА) интересовал только вопрос об упрощённых эргономических возможностях управления автомобилем и минимальных удобствах пассажира. О красоте в современном понимании речь в то время не шла, хотя уже в начале XX века все легковые автомобили условно разделялись на два класса: «большие» (более крупные по габаритам, более сложные по конструкции и с большим уровнем комфорта, в особенности для пассажиров) и «маленькие» (более простые по конструкции и меньшей стоимости, в основном используемые для постоянной работы: например, для врачей, коммерсантов и т. д.).

Форма легкового автомобиля неразрывно связана с его конструкцией, в особенности кузова. С конструкцией «механики» (подвески, трансмиссии, рулевого управления и т. д.) и «энергетики» (двигателя и его систем) форма связана менее жёстко, но достаточно ощутимо. Компонировка (размещение и размеры) всех узлов и механизмов автомобиля является достаточно ограничивающим аргументом для будущей формы. Огромное значение имеют прямо диктуемые ей габаритные размеры (длина, ширина, высота), а также дополнительные: базы, колеи, свесы передние и задние, просветы. Высота и ширина автомобиля во многом зависят и от комфортабельности посадки водителя и пассажиров в салоне.

Во II период развития (1918-1937 гг. – инженерный) инженерно-конструкторские и технологические вопросы были для развития легкового автомобиля главными. До середины 1940-х годов они в основном были решены: достаточно оптимизировались и стабилизировались несколько вариантов компоновочных решений МЛА (классической и заднеприводной), отработана технология штамповки деталей кузова из листовой стали для несущего и рамного кузова и др., отработаны конструкции «механики» и «энергетики».

Решены были в этот период времени в наиболее экономически развитых странах и вопросы автомобильной инфраструктуры: дороги с твёрдым современным покрытием (в городах и вне городов), сеть магазинов, выставок и технического эксплуатационного обслуживания, хранения, система регулирования движения, автоспорт и др., без которых невозможно дальнейшее развитие МЛА.

Получил современное развитие и автомобильный маркетинг. Маркетинг – это комплекс мероприятий теоретического (исследовательского и информационного) и практического (рекомендательно-управленческого) характера. Он позволяет понять, каким образом производитель должен организовывать процесс сбыта своей продукции, как нужно проводить кампанию по продвижению на рынке новых изделий, какие цены в каких регионах наиболее высокие и др.

Г. Форд, как первый маркетолог сумел профессионально сформулировать исходные данные своего массового легкового автомобиля («Форд-Т» производившегося более 20 лет): он должен быть простым и прочным, неприхотливым в уходе и недорогим, достаточно вместительным и лёгким в управлении. Его первая в мировом автопроме служба маркетинга уже в 1920-х годах насчитывала 60 человек.

Автомобильный дизайн во второй период развития (период своего профессионального становления) решает важную для своего будущего задачу: ищет в течение почти де-

сяти лет (часто с помощью конструкторов и технологов) неповторимый собственный образ легкового массового автомобиля, максимально отличный от предыдущего массового вида транспорта — конного (колясок, карет и др.), который будет ему соответствовать до смены его последующим массовым видом транспорта. Отличным помощником ему в этом в данный период времени служит наука в лице родившегося нового направления аэродинамики — автомобильной.

В III период развития (1945-1970 гг.), определённый как стилистический, автомобильный дизайн — один из факторов, создающих МЛА (его конструкцию и форму), занимает свою решающую позицию в процессе компромиссного решения изменения формы, востребованной потребителем (принцип тройного компромисса — поиск общего компромиссного решения тремя указанными выше факторами создания МЛА: потребителем/маркетингом, инженерно-конструкторским комплексом и автомобильным дизайном). В этот период официально отмечается рождение концептуального (прогнозного) автомобильного дизайна.

Остальные факторы несколько утрачивают свою ведущую роль в развитии: маркетинг почти до 1960-х годов (особенно в США) способствует замедлению развития конструкции. Только после определённых «побед» массового потребителя над производителями в США и Европе в требованиях безопасности изменения конструкции и формы МЛА стали достаточно ощутимыми. С этого времени постоянно ужесточающиеся международные требования по безопасности являются достаточно важными аргументами в изменении формы МЛА (в особенности передней части).

В III период развития МЛА в мировой автомобильной индустрии раньше других почти на 10 лет были сформированы основные атрибуты последующего инновационного (постиндустриального) этапа развития общества и его производства.

IV период (инженерно-стилистический — 1970-2000 гг.) явился наиболее заметным для МЛА в развитии его конструкции и формы. В конструкции автомобиля подавляющей стала переднеприводная компоновка, электрические и электронные системы стали главенствующими, в системах двигателя экологическая сторона (шум и токсичность отработанных газов) — решающей. Технология изготовления деталей и сборки становится всё более роботизированной и качественной. Внедряется гибкая технология изготовления МЛА: выполнение множества различных моделей и модификаций по индивидуальным заказам на одной нитке конвейера.

Потребительско-маркетинговая составляющая в требовании к изменению конструкции стала более жёсткой. Но потребность в изменении формы МЛА в этот период времени становится самой важной, поэтому к концу XX века обычным делом является неоднократный полный рестайлинг формы кузова без кардинальных изменений его «механики» (так называемая платформа) — например, «Форд Фокус» (2 рестайлинга).

Объём работ в области автомобильного дизайна резко увеличился, как и его роль в создании новых инновационных МЛА. Резко повысились и темпы работ в сфере автомобильного дизайна. Сокращение сроков работ в поисковых творческих фазах проектирования компенсировалось только за счёт накопленных ранее в банке новаций идей, разработанных в основном концептуальным дизайном, а рутинные и подготовительные (обмерочные и др.) работы были возложены на электронные средства.

Качество работ с внедрением в проектную сферу как инженерно-конструкторской, так и дизайнерской деятельности заметно улучшилось. В связи с этим на стыке веков

инженерно-технические центры крупных автомобильных фирм резко сократили численность проектировщиков.

В период развития мирового автостроения и МЛА — революционный (с 2000 года по настоящее время). В начале XXI века (в связи с резким подорожанием бензина) коренные инженерно-конструкторские революционные изменения произошли в энергетическом комплексе автомобиля: были запущены в массовое производство автомобили с гибридной энергетической установкой. С новой силой общество обратило внимание и на постоянную альтернативу двигателям внутреннего сгорания — электрические аккумуляторы и топливные элементы. Но в этом случае до массового производства пока не дошло, хотя автомобильные фирмы уже договариваются об универсальной сети подзарядки для электромобилей по всему миру.

В связи с революционными изменениями конструкции автомобиля, отражёнными в компоновке, меняются и ограничительные допуски для изменения формы МЛА. Но так как гибридные и электромобили в настоящее время не получили широкого распространения и являются достаточно редкими в общей массе обычных МЛА, то, по-видимому, замена существующей конструкции и формы предстоит уже в середине XXI века. Очевидно, это произойдёт после очередного всемирного топливного кризиса.

В краткой истории развития МЛА отслезена роль двух из трёх основных составляющих, создания конструкции и формы инновационного автомобиля: инженерной (конкретно — через конструкцию формы и технологию массового производства под руководством экономики), а также социально-потребительской — через маркетинг. Здесь составляющей одинаково необходимы и эксплуатационные свойства, напрямую зависящие от вида и класса автомобиля, его конструкции и качества изготовления, и потребительские качества, зависящие от дизайна (художественной формы) и комфорта (частично обусловленного также видом и классом автомобиля).

Дизайн МЛА напрямую зависит и от художественно-промышленных канонов данного времени, а также концептуальных поисков формы последующих периодов, которые формируют эстетические потребительские предпочтения к форме МЛА у одной из составляющих, независимо от третьей (инженерной).

2.8. Хронология развития стилевой пластики (стилей) МЛА

В предыдущем разделе были определены условия изменения конструктивных и общих параметров формы МЛА разных периодов времени. Но изменения конструкции и технологии после середины XX века уже перестали совпадать с периодами существенного постоянного изменения стилевой пластики формы автомобиля (*автомобильного стиля*).

Пластика — визуальная выразительность формы (в основном художественная). *Стиль* в автомобильном дизайне — визуальное и геометрическое единообразие дизайн-формы одной группы автомобилей, которое является отличием от единообразия дизайн-формы другой группы автомобилей (по времени, по визуальной специфике национальной школы дизайна и др.).

Точная хронология существенных изменений формы МЛА, выражающаяся в динамике изменения стилевой пластики, отражает особенности в первую очередь проектно-художественного мышления авторов, ограниченного инженерно-экономическими особенностями данного периода времени и, в зависимости от продолжительности данного стилевого этапа, оцененного (положительно или наоборот) потребителем (обществом).

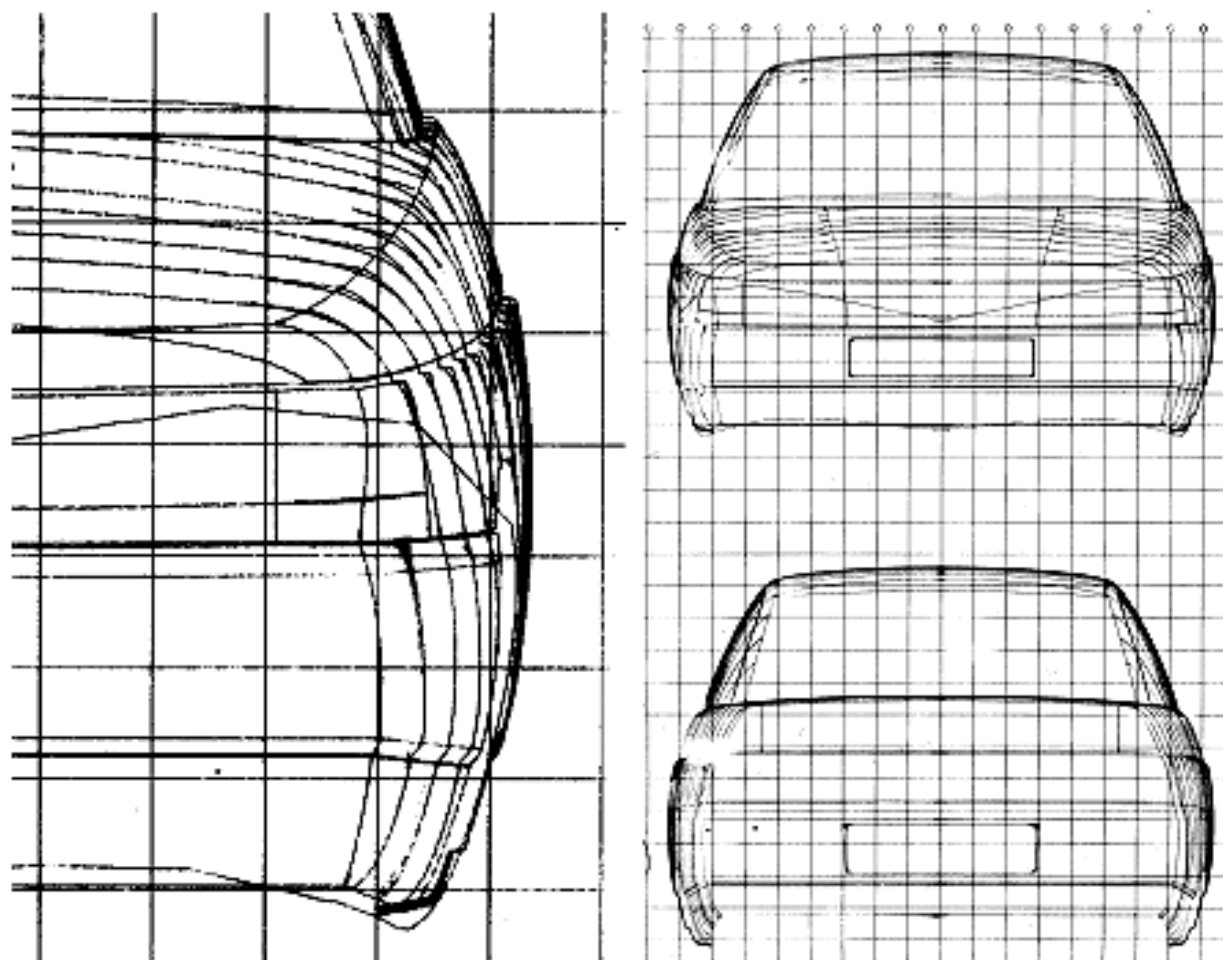
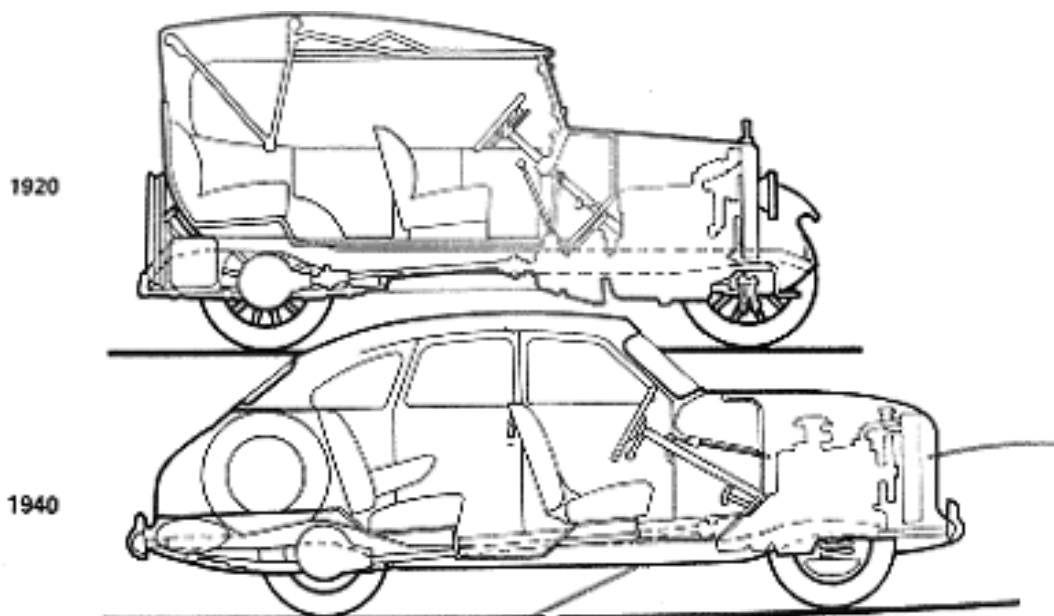


Рис. 29. Геометрические параметры стиля и стилиевой пластики: силуэт формы и геометрически определённый характер поверхности кузова (боковой и передней части)

С помощью визуального (субъективного) и геометрического (объективного) сравнения выявляются количественные и качественные объекты, осуществляется их классификация, упорядочение и оценка. *Сравнение* — это сопоставление одного с другим. Сравнение имеет смысл только в совокупности однородных объектов, образующих класс.

Для сравнения необходимы критерии и области оценки. Данные для познавательной операции сравнения могут быть различными: субъективными и объективными (полученными и зафиксированными при помощи приборов или инструментов, использующих физико-математическую научную составляющую). Форма МЛА содержит обе составляющие, позволяющие сравнение данных, полученных двумя способами, которые только дополняют и уточняют друг друга.

Областями оценки стилевой пластики являются силуэт формы (в трёх измерениях) и характер (образно-стилевой и геометрический) поверхности формы кузова. Если силуэт формы напрямую зависит от компоновки (конструктивных особенностей) МЛА данного времени, то характер поверхности зависит в большей части от художественно-промышленных канонов данного времени и эстетических предпочтений массового потребителя (рис. 29).

Оба критерия во многом зависят и от интерпретации «обязательных» хронологических особенностей формы МЛА данного периода авторами формы — дизайнерами, их авторского стиля и понимания эстетических возможностей и предпочтений массового потребителя, а также ограничены и развивающимися во времени стилевыми особенностями данной фирмы, её фирменного стиля.

Дизайн и стилевая пластика *первого этапа* развития формы МЛА (1883—1914 гг.). Первая часть этого этапа (до 1905 г.) не была единообразной по форме. В это время ещё не сформировались единые критерии формы — классификация кузова, которая появилась позднее (рис. 30): наиболее распространённые открытые — торпедо, фаэтон, дубль-фаэтон, закрытые — лимузин, купе, пульман-лимузин, ландоле (частично открытое) или ландо, городское купе, кабриолет.

Именно во второй части первого этапа (рис. 31) Г. Форд в шутку говорил по модели «Форд-Т»: «Вы можете купить у нас автомобиль любого цвета, при условии, что этот цвет чёрный». Эта модель была красива по-своему — её красота в простоте. Другое высказывание о красоте автомобиля Г. Форда оказалось пророческим: «Красота даёт прибыль по самой простой причине: на неё есть массовый спрос. Таким образом, красота (автомобильный дизайн) — коммерческий продукт».

По своей пластике формы кузова этого этапа были довольно просты и элементарно геометричны. Композиционное построение формы достаточно мелко и статично (сообразно скорости передвижения), представляло собой комплекс форм отдельных элементов, визуально слабо связаны между собой. Примеры стилевой пластики наиболее заметны по массовым моделям этого периода: «Олдсмобиль», «Форд-Т», «Корд», «Фиат», «Грегуар», «Рено» и др. С точки зрения инновации формы уже в это время форма модели «Форд-Т» стала массовой (конвейерной), обретя свой первый и основной инновационный фактор.

Общепринятые художественно-промышленные каноны формы автомобилей ещё не определились: их уже почти ничего формально не связывало с конными повозками, а своих, автомобильных, критериев пока не появилось ни в обществе, ни у авторов. Они были наработаны практикой постепенно с каждой новой моделью в последующие периоды.

Этот этап (1) стилиевой пластики в истории автомобильной формы определён как **начальный**, его длительность: первая часть – 22 года (1883–1905 гг.), второй части – 9 лет (1905–1914 гг.), всего – 31 год.

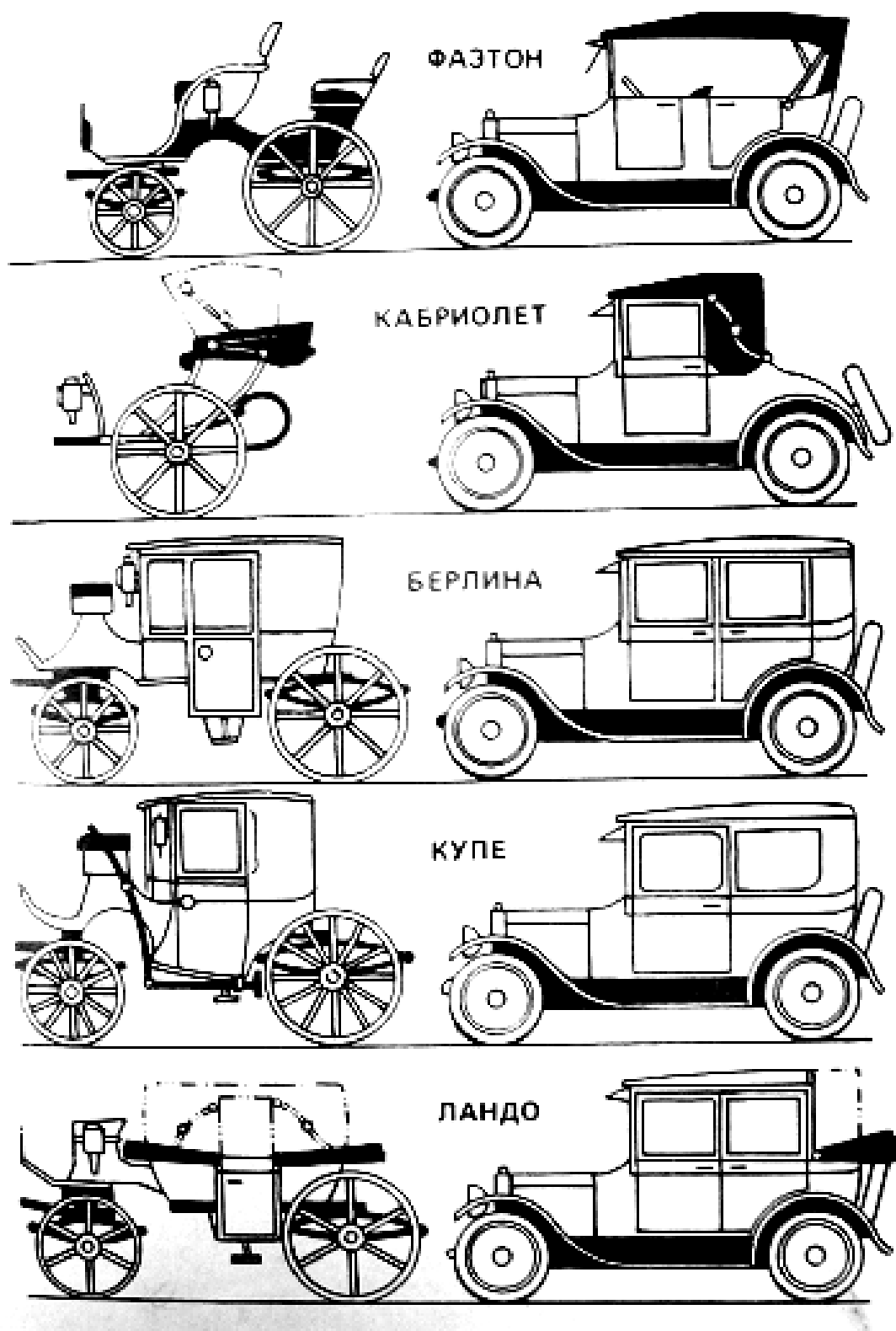
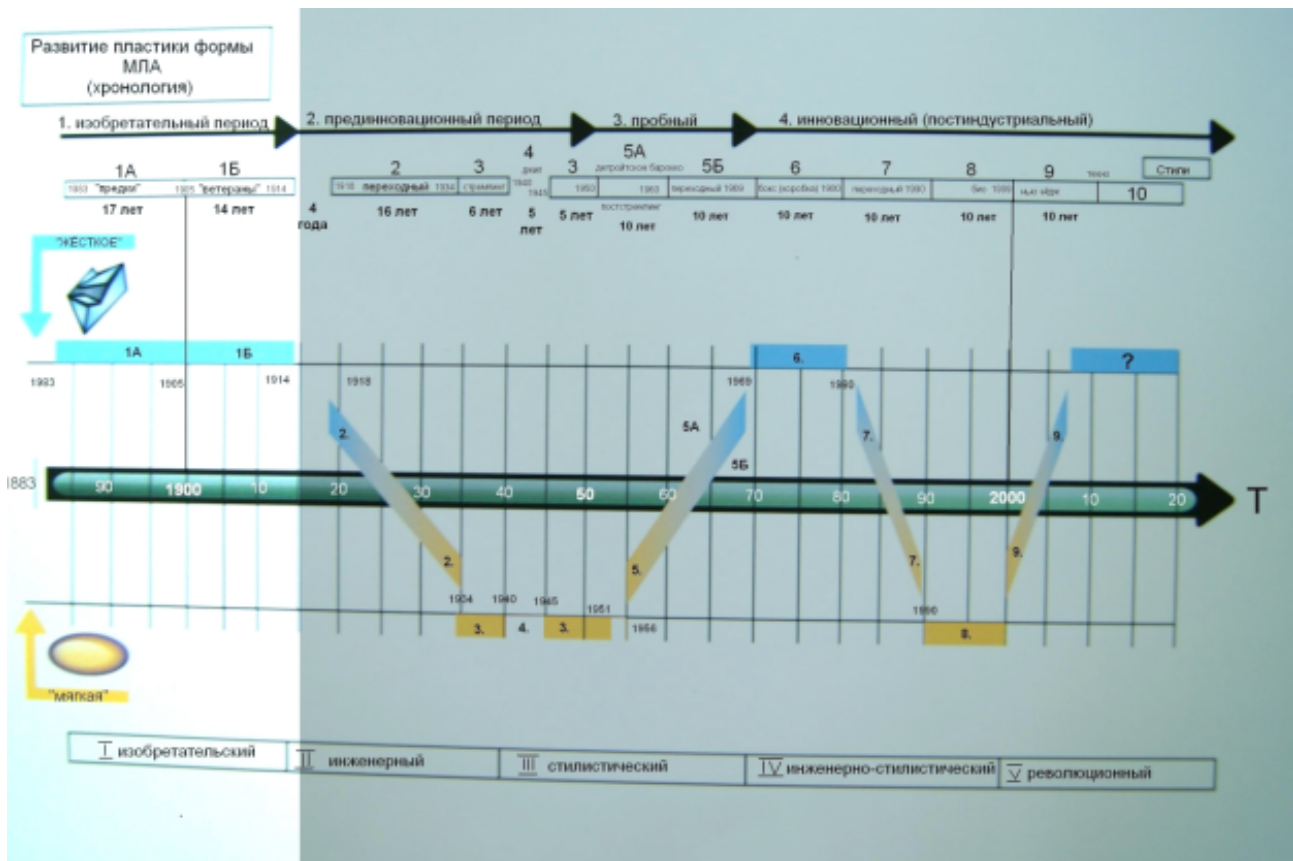
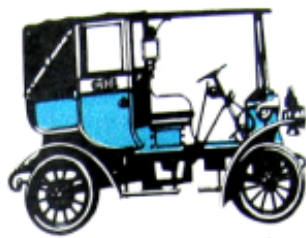


Рис. 30. Типы кузовов легковых автомобилей



ВЕЛОКС-ТАКСИ (АВСТРО-ВЕНГРИЯ)

ДЕ ДИОН



ОЛДСМОБИЛЬ



РЕНО-ТАКСИ

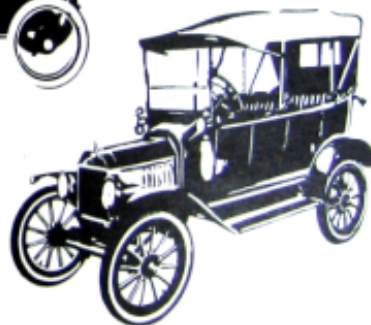
МЕРСЕДЕС



ПЕЖО-БЕБЕ



ФОРД-Т



ФИАТ

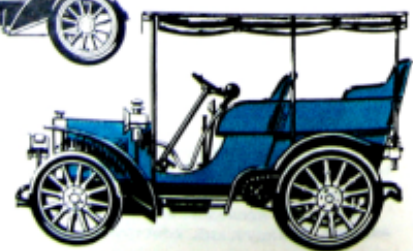


Рис. 31. Стиливая пластика формы автомобилей I этапа истории развития

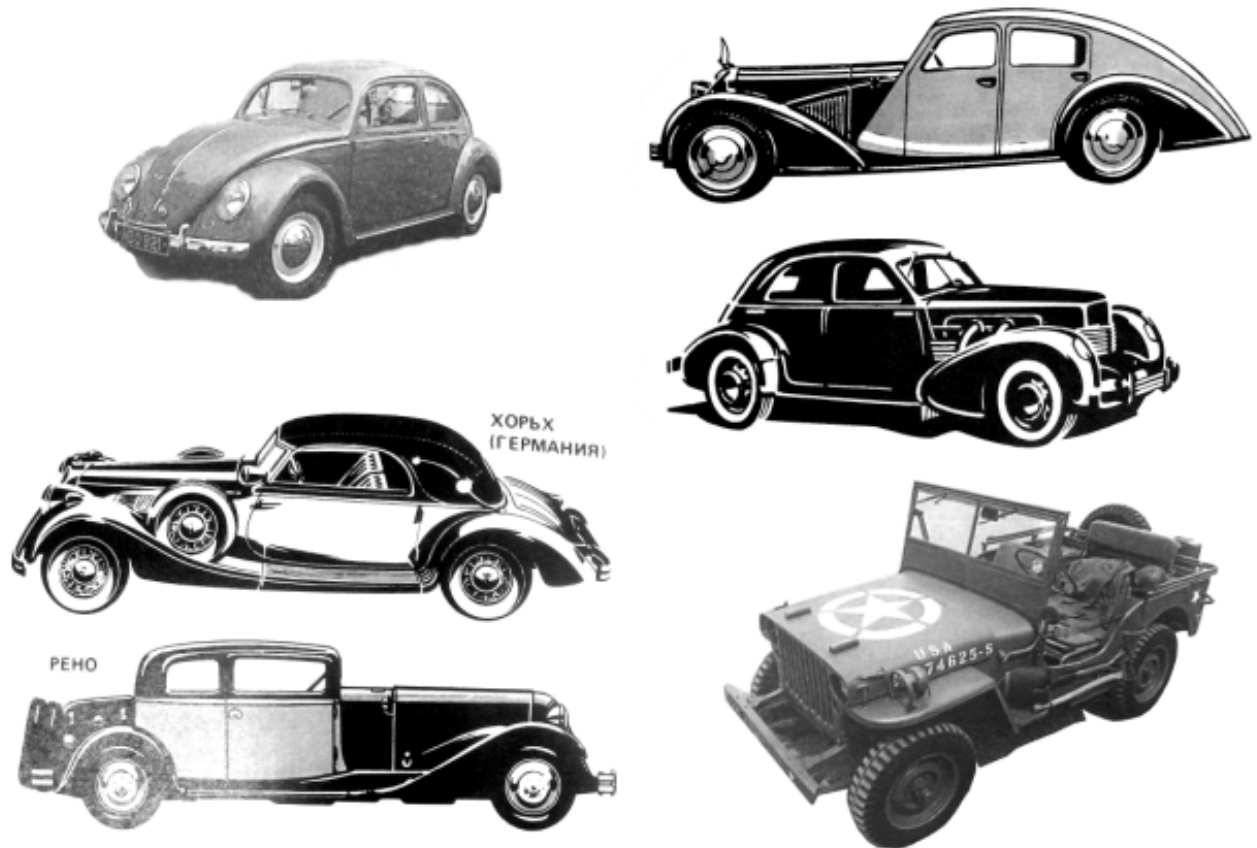
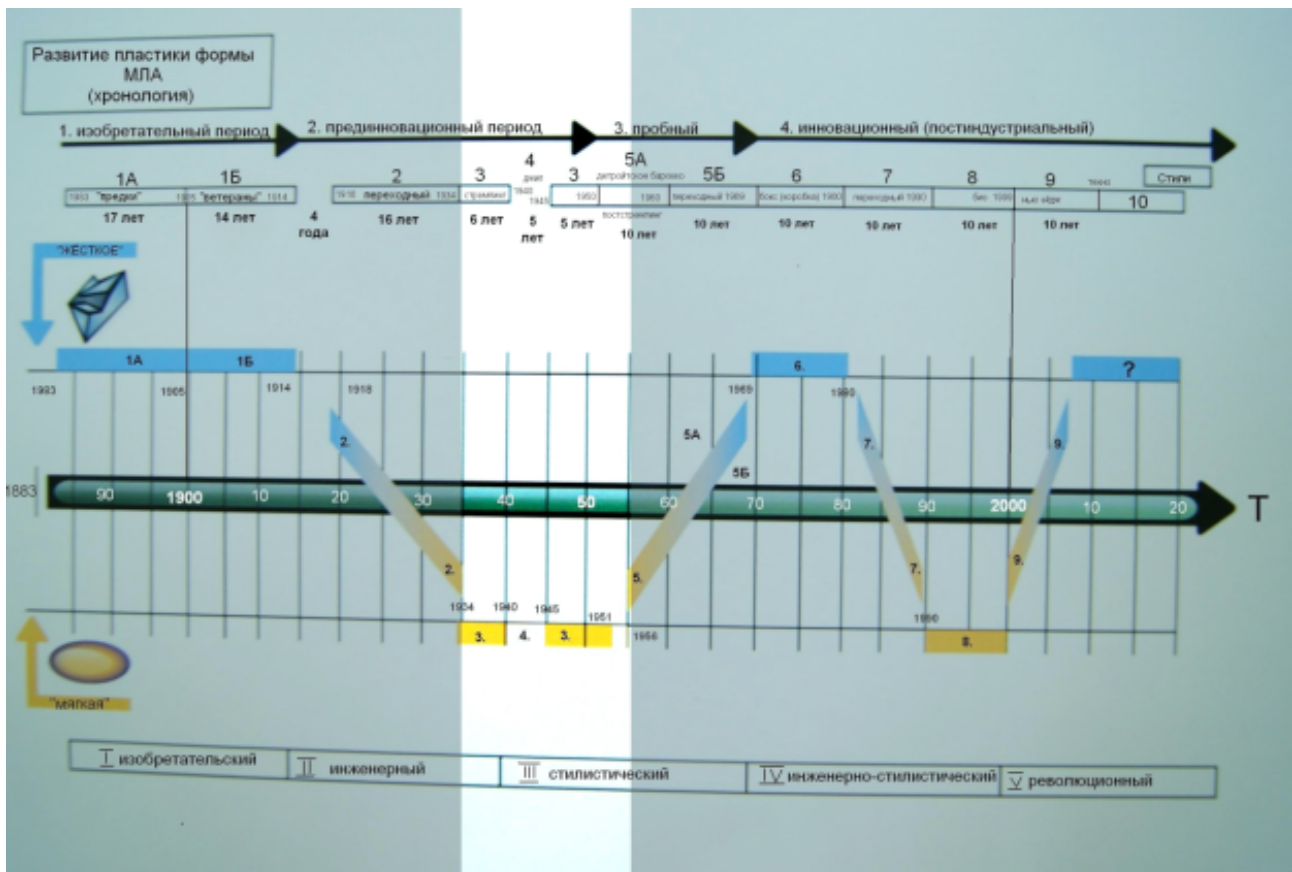


Рис. 32. Стиливая пластика формы легковых автомобилей II этапа истории развития

Начало временных рамок *второго этапа* (рис.32), как и первого, также совпадает с определением периода развития легковых автомобилей – 1918 год, а конец определён началом третьего, наиболее значительного в мировом автомобильном дизайне этапа – в 1937 году. Это «чисто» инженерный этап (и период) развития конструкции и формы уже массового легкового автомобиля, в течение которого шла разработка канонов и критериев автомобильной формы, определивших будущее всего современного автомобильного дизайна.

В этом огромную роль сыграла новая наука – автомобильная аэродинамика. Наибольший вклад внесли ученые и инженеры европейских стран (Германии, Чехии, Франции, Австрии), а затем и США.

Именно в это время была сформирована конструкция и технология формы массового легкового автомобиля с широкими возможностями для дизайна, во многом сохранившаяся и до настоящего времени (несущий кузов, сварка штампованных элементов и деталей и др.).

В данный период большинство автомобилей производились с закрытым кузовом. Многие элементы кузова имеют уже более усложнённую (скруглённую по краям) геометрию формы. Пластика кузова всё больше принимает стилевое и композиционное единство (например, решётки радиатора, обозначающие стилевую принадлежность производящей фирмы и т. д.).

Стилевые характеристики этого этапа (2) являются переходными: содержат в себе черты предыдущего этапа – начального и с каждым годом обретают всё большие черты последующего. Его можно определить как *переходный*. Примеры стилистики представлены формой моделей данного времени: «Ваузен» (Франция), «Корд» (США), «Рено» (Франция), «Испано-Сюиза» (Франция) и др. (рис. 32).

Длительность второго этапа – 19 лет (1918–1937 гг.).

Третий этап хронологии развития стилистики МЛА (1937–1953 гг.) (рис. 33).

1930-е годы – время формирования дизайнерских проектных бюро и независимых консультационных фирм. Автомобильные компании заключают с ними контракты и организуют собственные подразделения дизайна. Проекты дизайнеров уже в то время включали не только функциональную и эстетическую проработку формы, но и элементы сопроводительной рекламной документации. Именно в это время в США профессия дизайнера (автомобильного в том числе) окончательно приобретает статус профессии высокой социальной значимости и престижа.

Этот период послужил толчком к рождению нового стиля – аэродинамического («*стремлинг*» или «*стримлайн*», «*обтекаемый*»), известного не только по форме моделей автомобилей, но и других видов транспорта, а также бытовой техники и т. д. Народившийся стиль отражал всеобщее стремление к прогрессу. По словам всемирно известного дизайнера Раймонда Лоуи (США), «этот стиль, устраняя всё лишнее, символизирует простоту и отвечает подсознательному стремлению человека к гармонии и упорядоченности».

Официально автором стилистики этого периода считается дизайнер Кари Беер, создавший в 1934 году форму опытного образца модели Airflow (воздушная струя), который уже в 1937 году был поставлен на массовое производство. Основные характеристики: контурные линии силуэта стали намного сложнее пластически и по характеру и сложности геометрии. Силуэт и поверхности передней и задней частей формы, подчиняясь законам аэродинамики и художественной пластики, стали неким симбиозом технической скульптуры

и аэродинамики. Все остальные элементы формы также стали частями единой стилевой пластики. Прямыми поверхностями (в диссонанс) остались лишь стёкла.

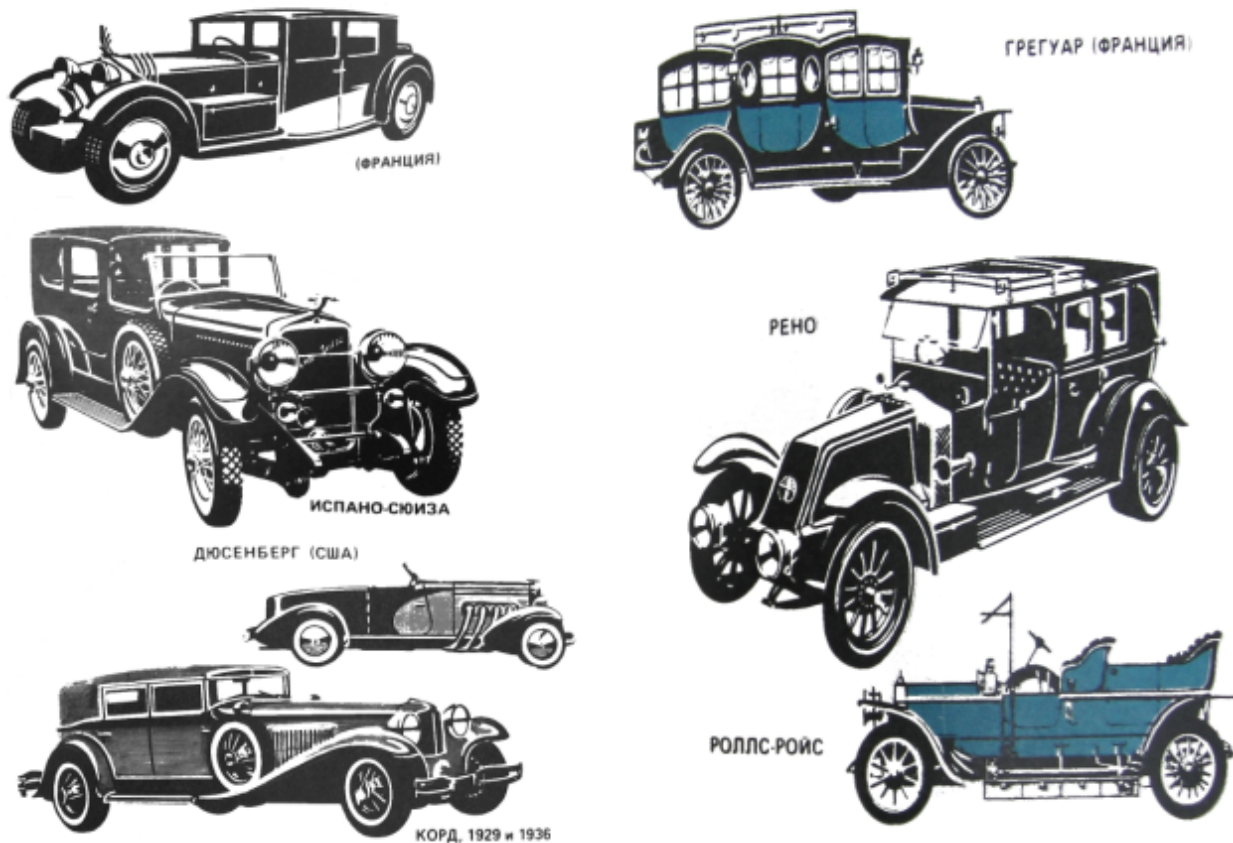
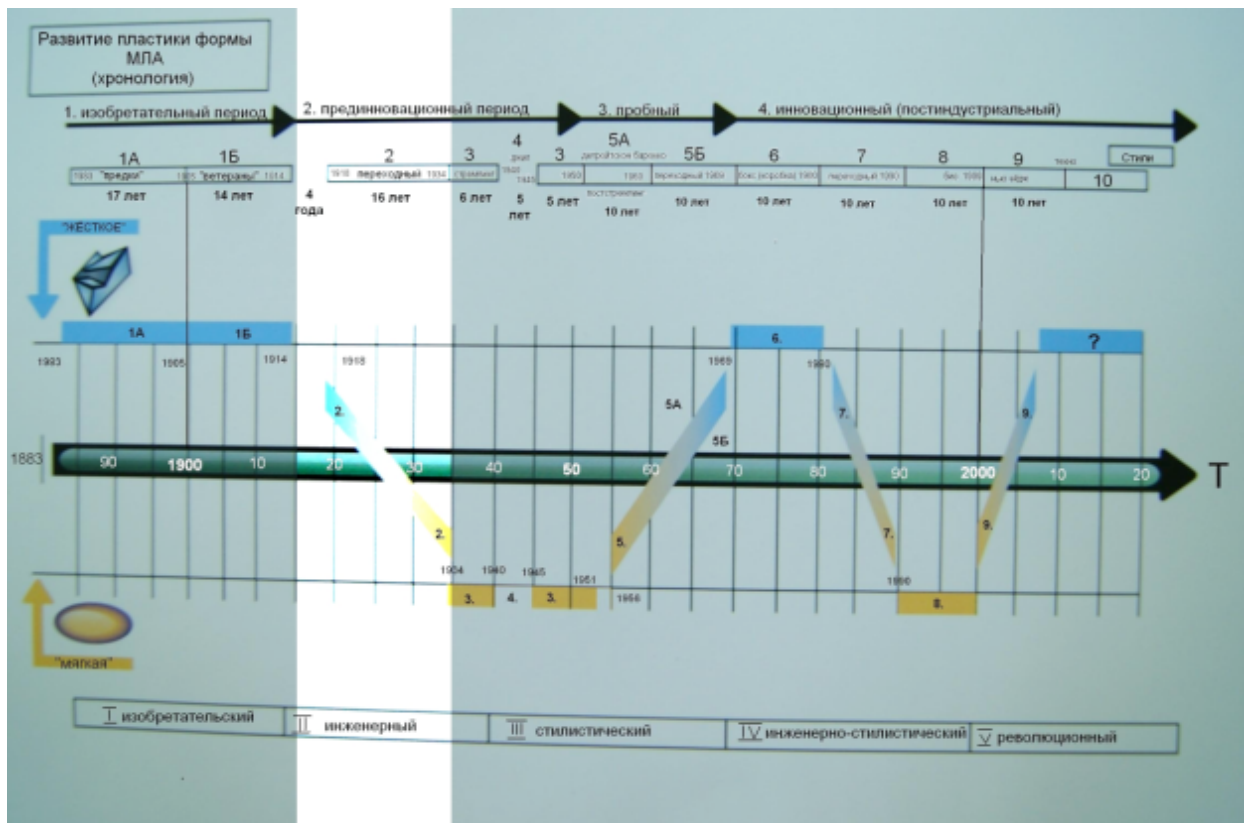


Рис. 33. Стиллевая пластика легковых автомобилей III этапа истории развития, а также IV этапа (нехронологического)

Стилевая пластика третьего этапа представлена формами моделей автомобилей: KDF (Германия, 1938), Lanchia april (Италия, 1938), Shkoda 1101-tudor (Чехословакия, 1947), Horch (Германия) и др. Длительность данного этапа в Европе – 11 лет (1937–1953 гг., минус 3–5 лет), в США – 13 лет.

Четвертый этап (1940/42–1945 гг.) (рис. 33) в хронологии развития формы – самый нехронологический: в 1940 году в Европе наступил всеобщий пятилетний перерыв в истории гражданского автомобилестроения. В США производство легковых автомобилей было запрещено официально (с февраля 1942 г. по май 1945 г.). В этот хронологический «коридор» был разработан и сверхмассово произведён новый стиль МЛА – *милитари*, основанный на принципах созданной тогда для военных целей модели – джип. Начало ему дала компания «Бантан Кар Компани», создавшая первый джип – «Бантан». Основную часть джипов разработала и произвела фирма «Виллис» (более 400 тыс.). Основные признаки его стилевой пластики: аскетичная, с почти правильной и сверхпростой геометрией и лаконизмом, происходящим от простоты конструкции и упрощённой технологии, с выраженной дорожной агрессивностью, присущей всем внедорожникам. Длительность четвертого этапа в США – 3 года, в Европе – 5 лет (1940/42–1945 гг.).

Пятый этап (1953–1970 гг.) – наиболее сложный по хронологии исследования, т. к. в США и в Европе стилевые направления были различны. В 1951/53 году он начинается с разработки начальником службы дизайна GM Харли Эрла формы модели «Бьюик Ле Сабр». Этот стиль был представлен обществу на выставках концепт-каров Firebird-1,-2,-3. Творчески он проявился в полной мере только в США. Его повторение в Англии, СССР и некоторых других странах было в большой мере подражательным. «*Детроитское барокко*» (или «космический») – так он был назван за индивидуальные и неповторимые характеристики навеянные атрибутикой ракет и скоростной реактивной авиации – хвостовые псевдоэлероны, панорамные гнутые стёкла, единые, без объёмных проявлений крыльев нижние плоскости кузова, огромное количество декоративных и полудекоративных элементов, покрытых никелем (решётки радиатора, псевдобамперы, накладки на боковины и т. д.).

С одной стороны, по характеру стилевой пластики он являлся как бы переходным продолжением третьего этапа, но с другой – был достаточно самостоятельным явлением в истории развития формы МЛА. Длительность данного стилевого полуэтапа около десяти лет: к концу 1950-х годов американцы разочаровываются в эстетических и конструктивных достоинствах этого направления.

Стилевая пластика формы данного части представлена следующими моделями: Buik Roadmaster (1956), Metropolitan (1954), Ford Edsel (1957–1959), с него официально начался закат этого стилевого этапа) и др. До конца 1960-х годов в США возвращается к общемировым тенденциям стилевой пластики, но с национальными особенностями (сверхпопулярный в мире и массовый Ford Mustang, 1964 г.).

В европейских странах-производителях этот период был более плавным в эволюционном развитии пластики формы: в Германии (ФРГ) уже в 1946 году были произведены первые 10000 МЛА «Жук», спроектированных ещё в 1934 году на построенном специально для него заводе в Вольфсбурге. Это был европейский антипод американских сверхавтомобилей. Другими моделями, продолжающими данное направление в конструкции и форме до 1960 гг. были: «Ситроен-2CV» (Франция, 1949), «Фиат-500» и «Фиат-600» (Италия, 1947–1953), «Мини» (Англия, 1959) и некоторые другие. Но было и параллельное направление достаточно крупных автомобилей, выполненных в стиле «постстремлинг» (первая половина пятого этапа) – «Ситроен-DS-19» (Франция, 1955) (рис. 34).

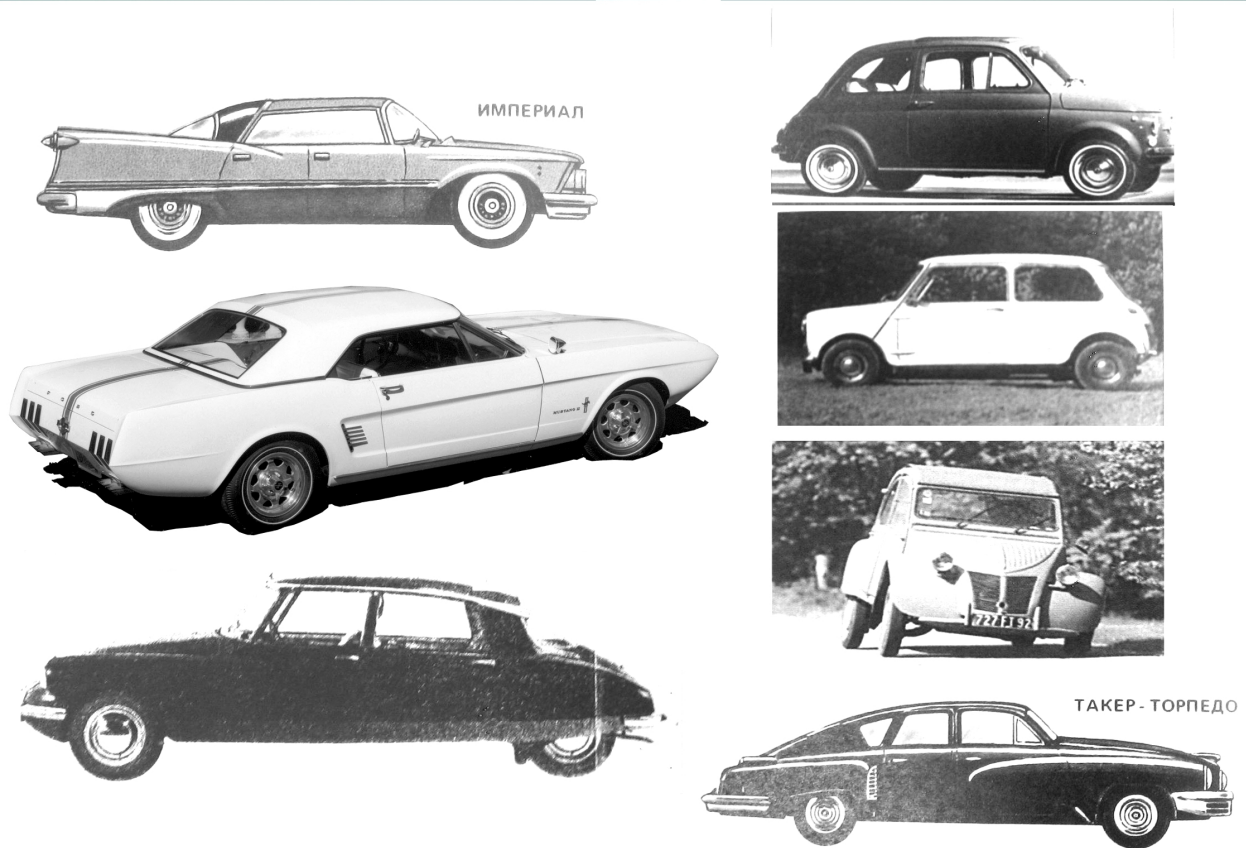
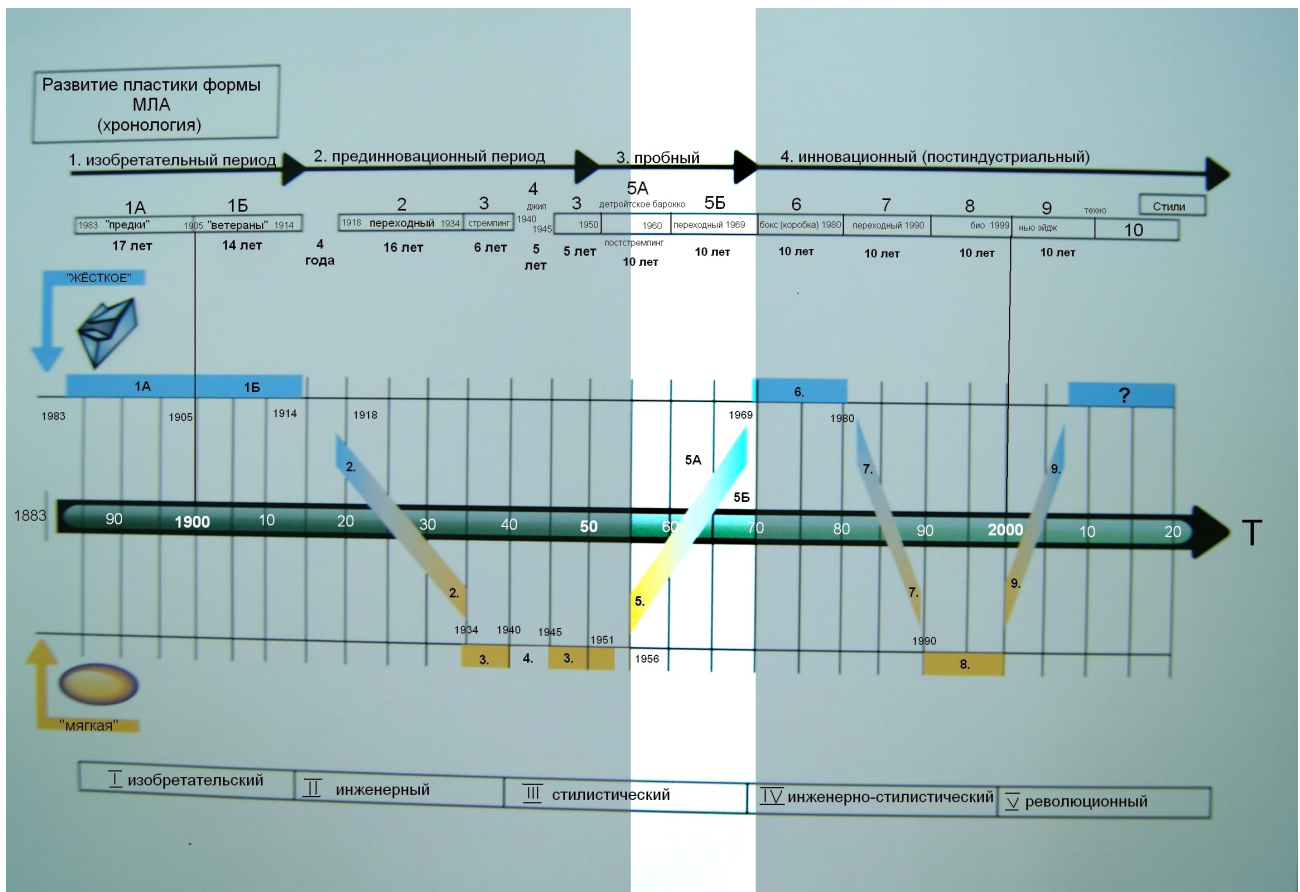


Рис. 34. Стиливая пластика V этапа исторического развития формы легкового автомобиля (включая «детройтское барокко» США)

Вторая половина пятого этапа (середина и конец 1960-х годов) в Европе была отмечена увеличением габаритов МЛА и стилевой пластикой, «подготавливающей» следующий этап: «Фиат-124» (Италия, 1964), «Бьюик Ривьера» (США, 1963), «Форд Мустанг» (США, 1964) и др.

Данный хронологический этап (5) развития стилевой пластики (**переходный-2**) исторически длился 16 лет (1953–1969 гг.).

Шестой этап. Начало стилю «**бокс**» положено в фирме «Фиат» дизайнером Альдо Сессано в конце 1960-х гг. (1969 г.). Стиль «коробки», «угрюмый», «мускулистый» и другие подобные определения «бокс» получил за свои упрощённые визуальные и геометрические объёмно-пластические характеристики формы линий и поверхностей кузова. Наиболее ярко этот этап (6) стилевой пластики в хронологии развития формы МЛА выражен в форме моделей «Фиат-130» (Италия, 1969), «Фольксваген Гольф» (Германия, 1974), «Ауди-100 и -80» (Германия) и многих других (рис. 35). Официальное окончание этапа – начало производства модели «Фиат Панда» в 1980 году.

Художественно-техническими канонами данного этапа следует считать формы трёх спортивно-экспериментальных моделей Марчелло Гандини в конце 1960-х годов – Alfa Romeo N33 Carado, Fiat XI9 и Lancia Stratos.

Длительность шестого этапа – 11 лет (1969–1980 гг.).

Седьмой этап в хронологии развития стилевой пластики формы МЛА (1980–1991 г.). Авторское начало последующего стиля «**био**» хронологически историки относят уже к концу 1980-х годов. Но массовое производство МЛА с указанной стилевой пластикой началось только в начале 1990-х годов. Его можно также назвать **переходным-3** между наиболее противоположными по своим характеристикам шестым и восьмым этапами. Как и в предыдущих переходных этапах, начальные годы имеют больше характеристик предыдущего этапа, а вторая половина – последующего («**био**»). Для него характерно усложнение пластики и геометрии линий и плоскостей поверхности формы кузова, а также поиск выхода из сложившегося некоего единообразия, независимо от различия визуальных особенностей фирменных стилей производителей.

К привычным «национальным» стилевым характеристикам США и Европы добавились и стилевые характеристики японского автомобильного дизайна, бурно развивавшегося с помощью европейского и американского автомобильных дизайнеров.

Исследование развития стилевой пластики формы МЛА седьмого этапа проводилось по визуальным и геометрическим характеристикам моделей данного периода времени: «Фольксваген Пассат» (Германия), «Форд скорпио» (США), «Ситроен АХ» и «Рено 19» (Франция) и др. (рис. 36).

Хронологическая длительность седьмого этапа (1980–1991 гг.) – 11 лет.

Следующий – *восьмой этап* хронологии исторического развития стилевой пластики формы МЛА (1991–1999 г.) известен как автомобильный стиль «**био**» или «**скульптурный**» (рис. 37).

По характеру стилевой пластики и геометрии линий и плоскостей поверхности он значительно сложнее стиля «бокс» (6). Углы сопряжения плоскостей сменились плавными радиусами и сложными кривыми, поверхность почти перестала делиться на отдельные фрагменты (верхнюю, боковые и т. д.), а стала почти единой, максимально сложной по своей геометрии.

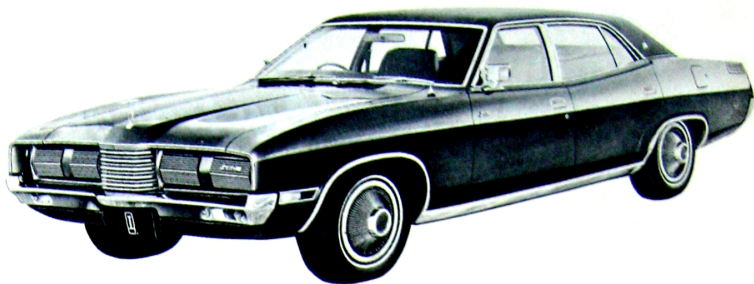
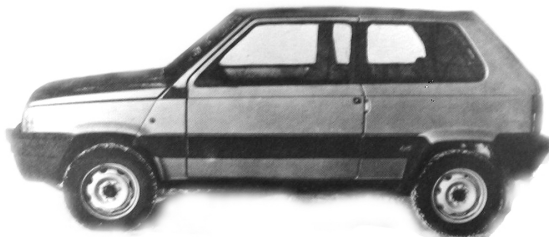
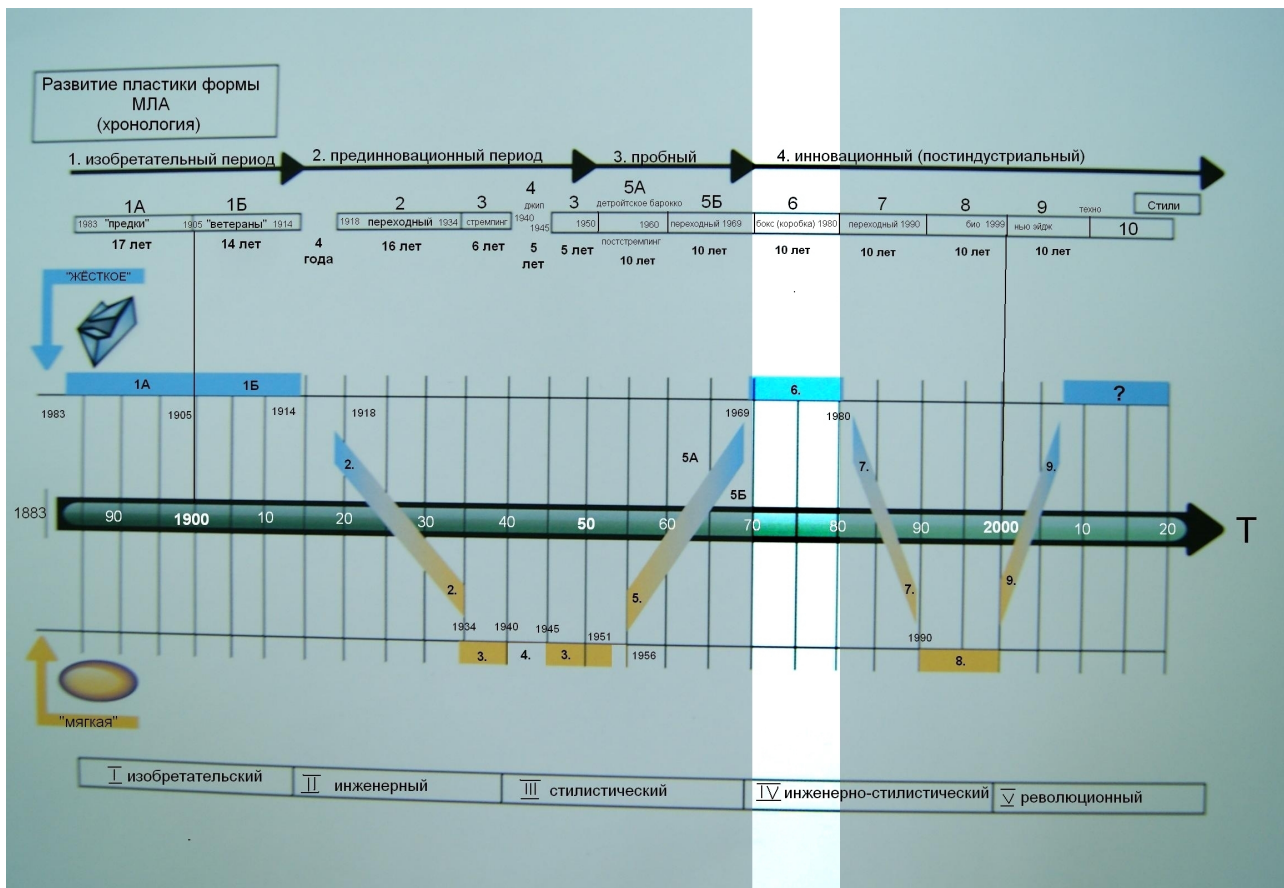


Рис. 35. Стиливая пластика VI этапа всеобщей истории развития формы легкового автомобиля. Стил «Бокс»

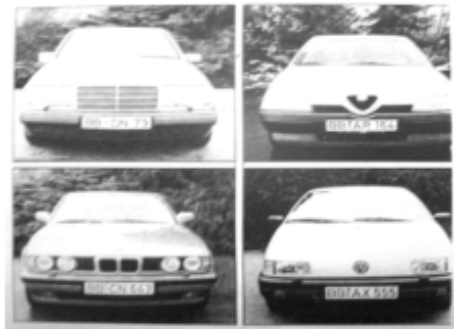
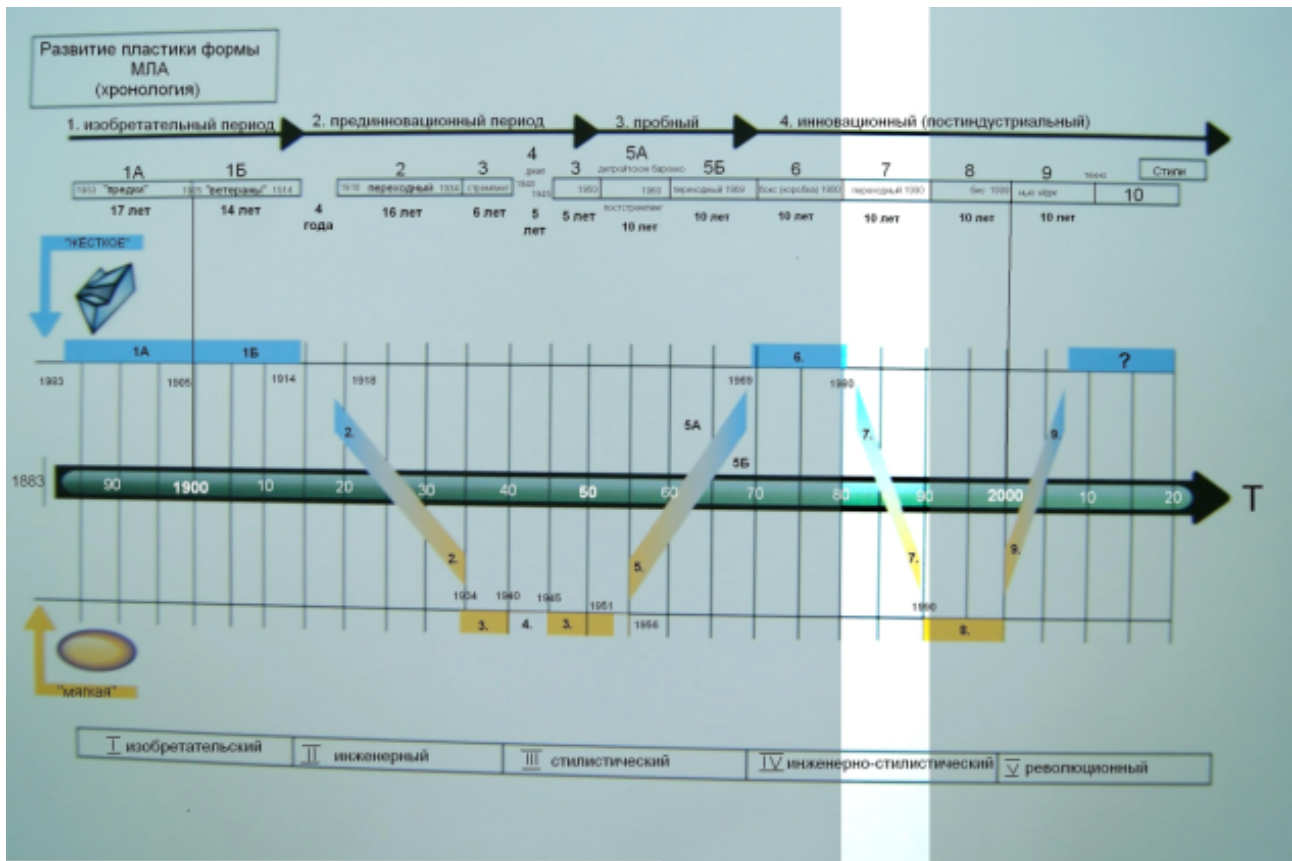


Рис. 36. Стиливая пластика VII этапа всеобщей истории развития формы легкового автомобиля (переходный-3)

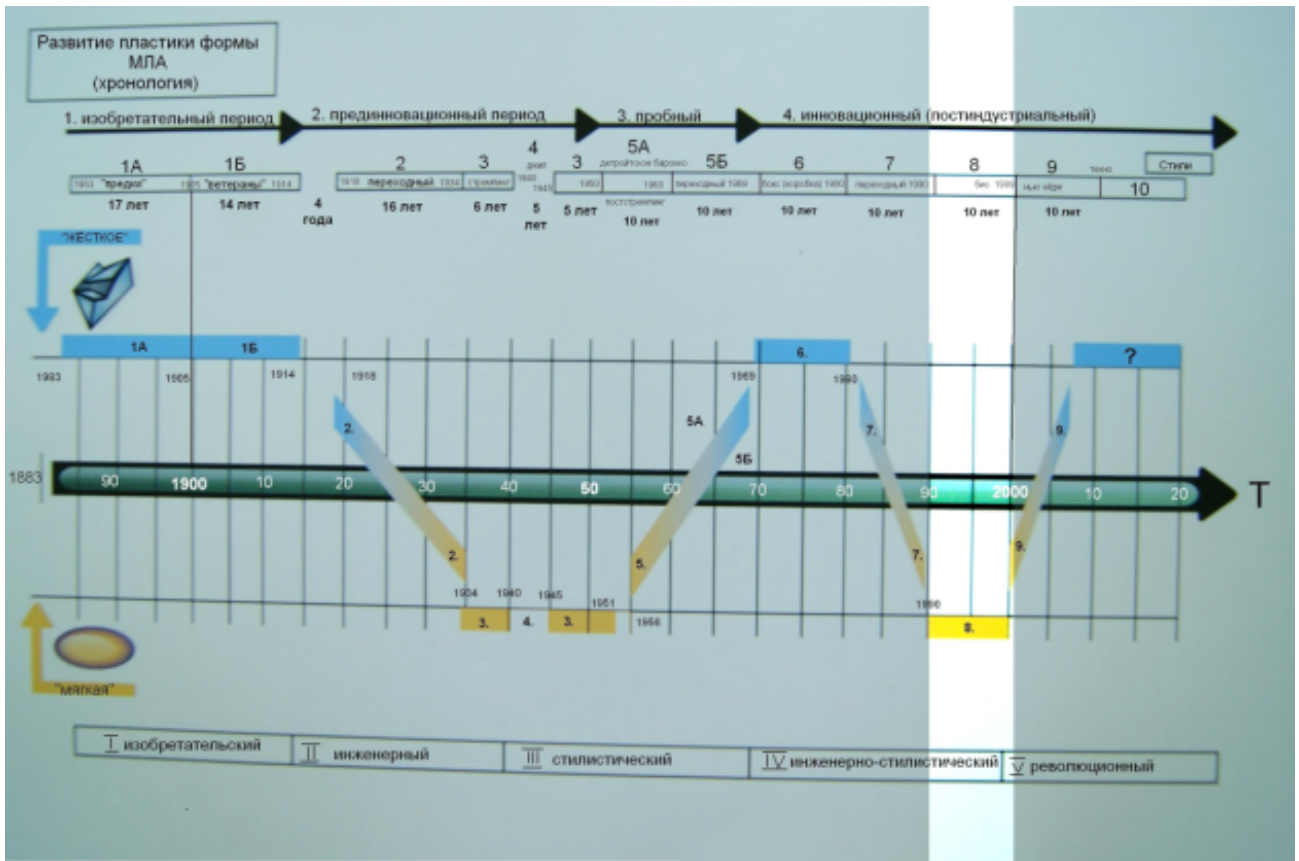


Рис. 37. Стилистая пластика VIII этапа всеобщей истории развития формы легкового автомобиля. Стиль «Био»

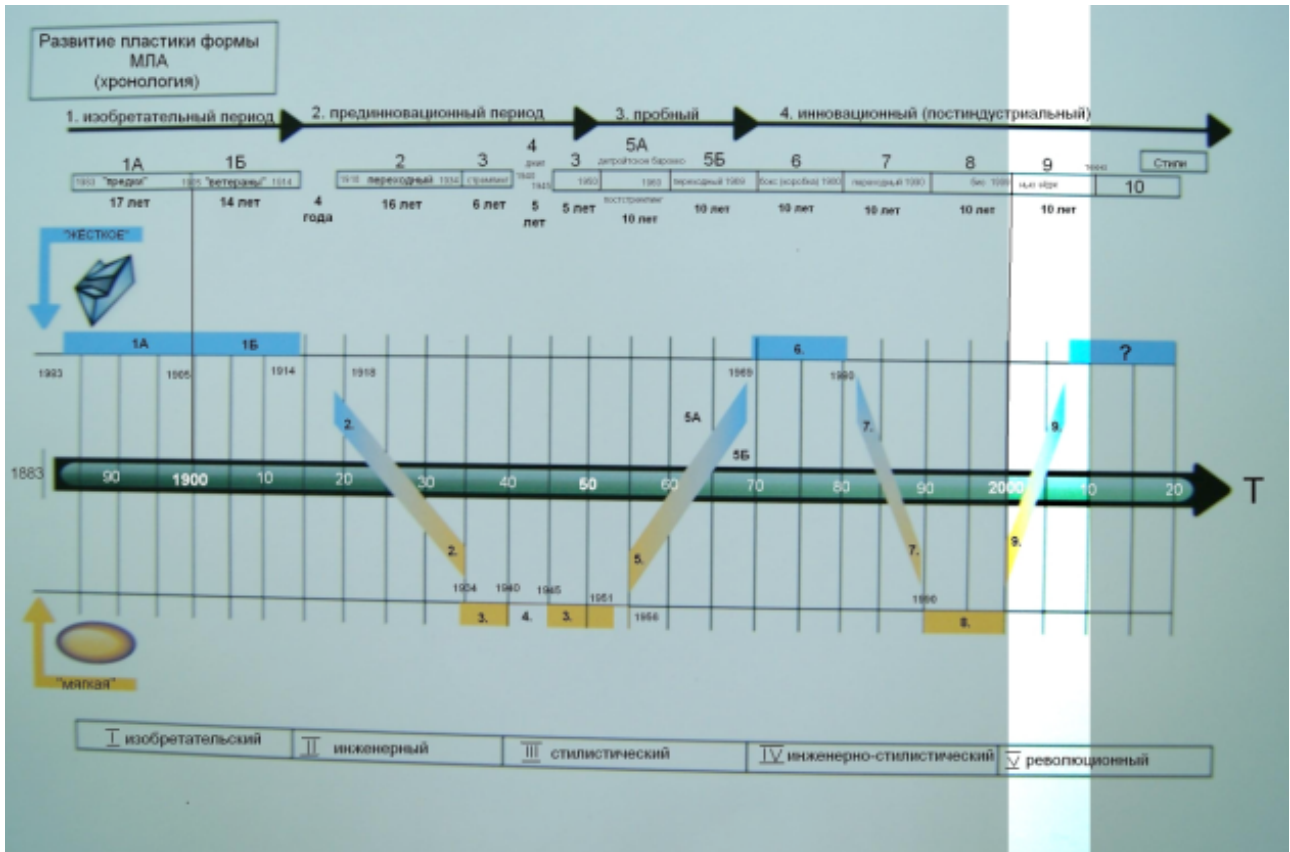


Рис. 38. Стиливая пластика IX этапа всеобщей истории развития формы легкового автомобиля. Начальная стадия стиля «техно» – «Нью Эйдж» (переходный-4)

В США этот стиль был опробован только на концепт-карах и массового успеха у потребителя не имел. Большое развитие стилю придали дополнительные исследования по автомобильной аэродинамике и достижения в автомобильной светотехнике: форма блоков фар и фонарей (в особенности передних) стала всё больше напоминать глаза живых существ.

Стилевая пластика восьмого этапа представлена формой моделей «Ситроен Ксара» (Франция), «Мицубиси Кольт» (Япония), «Пежо-206 и -306» (Франция), «Крайслер Неон» (США) и др. (рис. 37).

Хронологическая длительность этапа — 8 лет (1991—1999 г.).

Девятый хронологический этап развития стилевой пластики формы МЛА (1999—2007/гг.). Последним этапом стилевой пластики формы МЛА на стыке XX и XXI веков стал стиль «техно» в виде его начальной (переходной-4) части «Нью Эйдж» (новая линия), разработанной итальянской дизайн-фирмой Ghia и предложенной в виде форм МЛА фирме «Форд», начавшей производство двух моделей — «Форд Ка» (1999 г.) и «Форд Фокус» (2000 г., первая версия). А мотивационно началось всё в 1994 году, когда автомобильный дизайнер Патрик Клеман создал впервые концептуальную модель «Рено Аргос» в этом стиле.

Характеристики стилевой пластики данного этапа (9) следующие: объёмно-пластическое и геометрическое единообразие линий и отдельных элементов достаточно простых и лаконичных по пластике и уровню сложности выразительности. Пластика формы, в особенности боковых и верхней поверхностей стала вновь «гранёной», как и в стиле «бокс», но более усложнённой, изящной. Форма передней части стала более единообразной у многих фирм, благодаря ужесточению международных требований безопасности на столкновение с пешеходами к форме передних частей кузова. Упростилась форма блоков фар. Бамперы в некоторых моделях стали объединять с решётками радиатора и др.

Стилевая пластика этапа представлена формами моделей МЛА: «Форд Фьюжн» (США, 2006), «Пежо 308» (Франция, 2001), «Хонда Сивик» (Япония, 2007) и др. (рис. 38). Продолжительность 9 этапа (1999—2007/гг.) 8 лет.

2.9. Концептуальный (прогнозно-экспериментальный) автомобильный дизайн

Концепция (лат. *conceptio* — мысль, представление) — 1) система взглядов, то или иное понимание явлений, процессов; 2) единый, определяющий замысел, ведущая мысль какого-либо произведения, научного труда.

Прогноз (греч. *prognosis*) — предвидение, предсказание) — заключение о развитии чего-либо на основании определённых физических данных.

Эксперимент (лат. *experimentum* — проба, опыт) — 1) опыт (вообще), попытка сосуществовать что-либо; 2) научно поставленный опыт, наблюдение исследуемого явления в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за ходом явления и многократно воспроизводить его при повторении этих условий.

Динамизм развития жизни общества будет возрастать и в дальнейшем. Специальные прогностические исследования оказываются в этой ситуации непременным условием (рис. 39).

Занимаясь только настоящим, можно в лучшем случае разглядеть лишь самый ближайший следующий шаг. Запросы дальнейших этапов оказываются при этом вне поля нашего зрения. Эмпирический путь частных, сиюминутных улучшений оказывается на

поверку самым неэффективным. Теория «ближайшего шага» неоднократно обнаруживала свои негативные последствия.

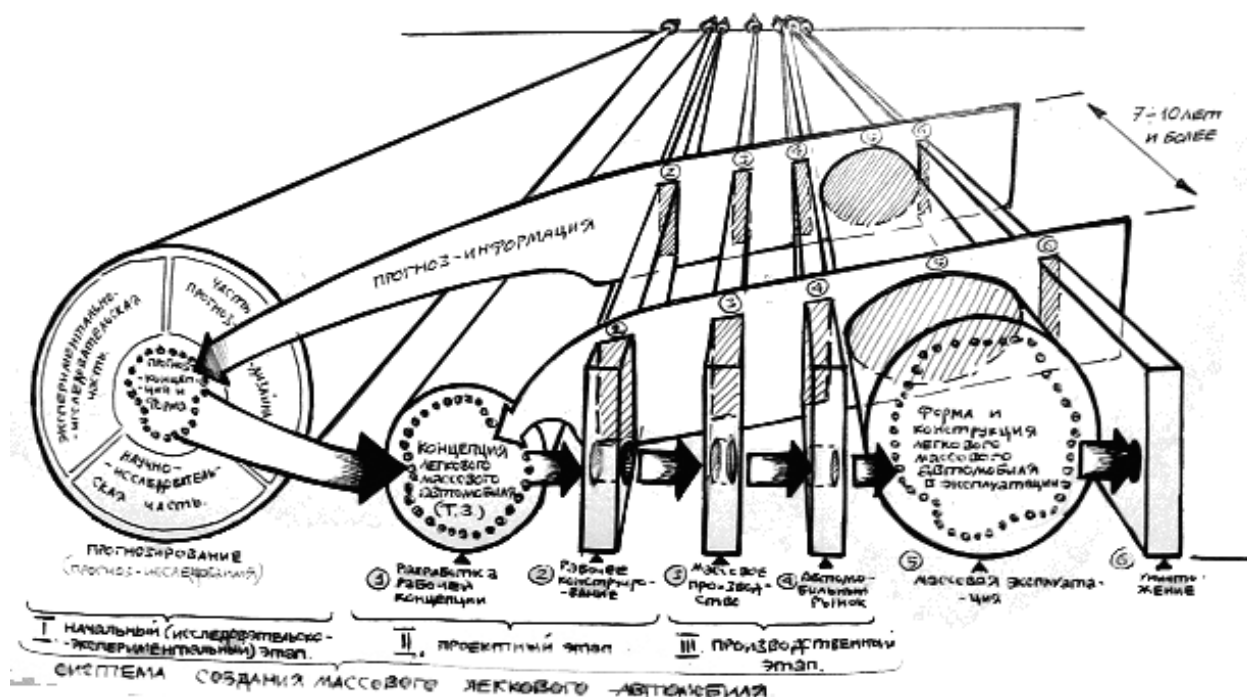


Рис. 39. Визуальная модель прогнозирования формы автомобиля

Будущее невозможно механически «вывести» из настоящего. Без перспективных ориентиров не обойтись. Оптимальные направления дальнейшего развития можно определить лишь на основе специальных прогностических исследований.

Основой поискового прогнозирования служит экстраполяция (перенесение) в будущее тех закономерностей, устойчивость которых удалось установить в прошлом и настоящем. «Всякий прогноз, по существу, всегда начинается с экстраполяции, но завершается построением прогностической модели» — отмечал исследователь-прогнозист Бестужев-Лада.

Методы и процедуры, сформированные научным прогнозированием, активно внедряются во все сферы деятельности, в том числе и творческую. На сегодняшний день в художественно-проектной творческой профессиональной деятельности существуют как бы два прогностических слоя — исторически унаследованный интуитивный и вновь формируемый научный.

Во второй половине XX века именно в автомобильном дизайне появилось необычное для других видов дизайна направление — концептуальный (экспериментально-прогнозный) дизайн сначала в виде единичных образцов, а в настоящее время уже и до нескольких десятков и сотен ходовых или просто демонстрационных образцов только дизайн-формы концепт-каров (прогнозных автомобилей будущего) в мировой автомобильной культуре ежегодно.

Автомобильный дизайн имеет в настоящее время две специфические ветви, закреплённые у ведущих зарубежных фирм в практической структуре дизайн-центров. Речь идёт о естественном разделении единого процесса и вычленении двух его направлений, различных по своей специфике — виду проектирования, но единых по своему предмету — дизайн-форме.

Причиной начала этого разделения, происшедшего за рубежом ещё в конце 70-х — начале 80-х годов, стало усиление конкурентной борьбы на мировом автомобильном рынке и, как следствие, поиск выхода из этого положения через ускорение поиска креативной новизны путём увеличения объёмов поисково-исследовательских работ.

Целью этих работ является экспериментальная наработка и проверка определённого объёма идей, чаще всего выраженная в наиболее законченном виде — создании экспериментальных ходовых образцов: концепт-каров.

Смежная с дизайном область художественного проектирования — архитектура, уже с 30-х годов имеет подобное разделение: термин «экспериментальная архитектура» впервые ввёл ещё Константин Мельников.

Каковы же специфические отличия той ветви автомобильного дизайна, которую можно определить как «экспериментальную»? Известно, что форма автомобиля создаётся при содействии трёх факторов: основного — автомобильного дизайна, инженерного (конструкторского и технологического) и потребительско-маркетингового (социально-функционального). Требования и параметры (функционально-эргономические, аэродинамические и безопасности) поделены между двумя факторами — инженерно-конструкторским и дизайном.

Одной из наиболее важных составляющих в создании рыночной дизайн-формы является потребительско-маркетинговый фактор, в значительной мере определяющий социальную, в том числе и культурно-эстетическую, роль автомобиля как наиболее активного элемента предметного мира общества и его художественной культуры. Этот фактор определяет степень «пригодности» (современности) в данный период времени художественно-проектных решений и степень разброса параметров остальных факторов.

Ведущим по созданию формы автомобиля (в особенности легкового) является и дизайн автомобилей. Он играет роль координатора и демонстратора достоинств и недостатков решений остальных факторов формы для визуальной оценки и анализа.

Следующим по важности в создании формы автомобиля, определяющим автомобиль как вид техники и транспорта, является инженерно-конструкторский, т. е. теоретический и практический инжиниринг. От его решений зависят эксплуатационные параметры автомобиля: управляемость, динамичность, безопасность, надёжность и др.

Производственно-технологический фактор как часть инженерного определяет вид производства и соответствующую ему технологию создания, а также диктуемый ими набор материалов. Он определяет автомобиль как вид промышленной продукции.

Параметры и требования аэродинамики и безопасности также во многом определяет специфику формы современного автомобиля. Аэродинамика не столь жизненно важна как в авиации, однако, является достаточно жёстким ограничителем для решений формы автомобильного дизайна и инженерно-конструкторского обоснования.

В *концептуальном* автомобильном дизайне взаимодействие этих факторов существенно отличается от другой ветви — коммерческого дизайна автомобилей. Главное отличие состоит в том, что в концептуальном дизайне «заказчиком» новой формы опытного образца — концепт-кара может быть любой из перечисленных факторов, а не только потребительско-маркетинговый, как у коммерческой ветви автомобильного дизайна, которая является посредником и проводником автомобильного рынка определённого короткого периода времени (от 2 до 4 лет).

Многолетняя практика мировой автомобильной культуры свидетельствует, что все ранние концепт-кары (дрим-кары и т. д. — образцы концептуального дизайна) построены на основе новаций в факторах формы инженерной конструкции автомобиля, его технологии, аэродинамики и даже маркетинга. Позже стали известны случаи, когда единственным фактором, несущим новизну, являлся автомобильный дизайн.

История последних десятилетий мировой автомобильной культуры показывает, что удачные эксперименты, проведённые совместно на основе нескольких факторов — формы в «содружестве» с маркетингом, приводили к результатам, изменяющим даже само основание автомобильного рынка, т. е. к рождению новых видов и даже классов автомобилей и групп: минивэнов, пляжных родстеров, мини спортивных автомобилей и др.

Всё это, в том числе возрастающая роль концептуальной стороны на большинстве автомобильных салонов (в особенности Токийском и Детройтском), показывает, что движущей идейной силой современного автомобильного дизайна становится его концептуальная ветвь.

Своим динамичным развитием именно она диктует и устанавливает эстетические рамки, то есть культурно-художественные эталоны сегодняшнего и завтрашнего, а также частично и будущего мирового автомобильного рынка, раздвигает и изменяет их и в значительной мере мотивирует и питает своей новизной развитие коммерческой ветви автомобильного дизайна. А последняя выступает в конечном счёте заказчиком будущих результатов работы концептуальной ветви дизайна автомобилей.

Разработки концептуального дизайна показывают, насколько широки возможности обновления как формы автомобиля в рамках вида, так и самого автомобильного дизайна в преддверии предрекаемого единообразия (в период 80—90-х годов) проектных, конструкторских и технологических возможностей XXI века.

Именно концептуальный автомобильный дизайн выступает гарантом реальной возможности появления эстетически оптимального варианта формы с индивидуализированными особенностями разновидностей автомобиля для удовлетворения всё возрастающих индивидуальных потребностей массовых потребителей.

С другой стороны, только автомобильный концептуальный дизайн обеспечивает ту необходимую творческую свободу, которой так не хватало всегда дизайну автомобилей — этому самому «несвободному» от различного рода детерминаций (зависимости) виду современного технического искусства.

Концептуальный дизайн автомобилей с самого начала своего возникновения в 30—40-е годы XX века имел одну цель — внесение в форму легкового автомобиля креативного художественного творческого начала — поиск существенной новизны.

До этого поиском новизны формы автомобиля занимались исследователи-специалисты по инженерно-конструкторскому фактору формы. В основном они исследовали аэродинамические качества и другие конструктивные элементы формы автомобиля.

Этот период в концептуальном дизайне автомобильной формы можно условно обозначить как *«инженерно-исследовательский»* или *«начальный»*. Официально данный период начинается с 29 апреля 1899 года, когда на рекордном автомобиле (электромобиле, имеющем электрический привод), Камилла Дженатци достиг скорости более 100 км/ч.

Первые попытки создать необычный обтекаемый кузов автомобиля заключались в том, что формы, рожденные в других областях техники, были использованы в автомобилестроении. Заимствовались симметричные формы вращения из мореплавания

и воздухоплавания. По сравнению с кузовами автомобилей того времени, форма которых перешла в основном из каретостроения, эти формы были прогрессом на пути к уменьшению сопротивления воздуха.

Другой автомобиль с обтекаемым кузовом – «Альфа Ромео» выпуска 1913 года имел полностью закрытый кузов с совсем необычными для того времени элементами формы: передней части, задней части и, конечно, объёмную, подчинённую общей форме кузова формой стёкол, которые автомобильная массовая технология предложит автомобилям только в 50-е годы (рис. 40). Расцвет аэродинамики был в 1930–40-е годы (рис. 41 и 42).

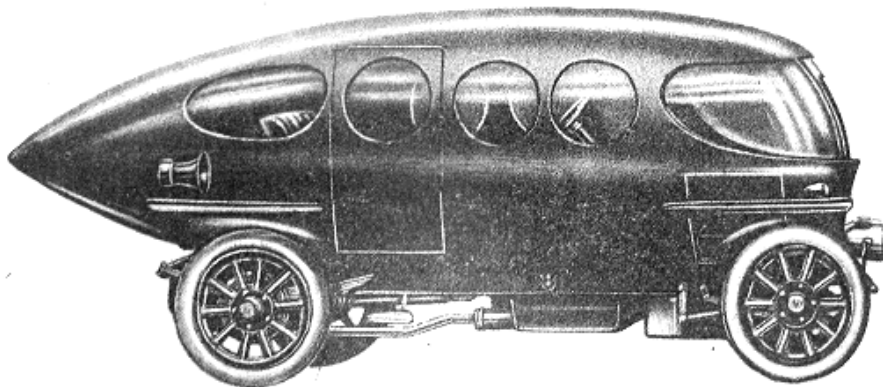


Рис. 40. Автомобиль «Альфа Ромео» 1913 года

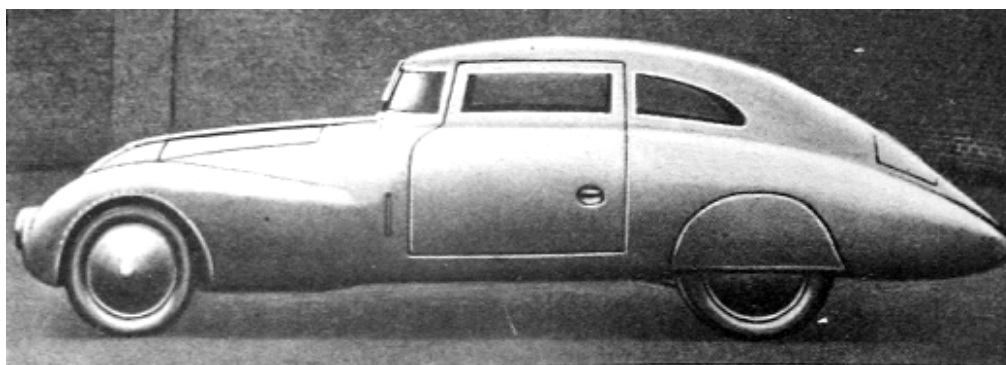


Рис. 41. Автомобиль «Адлер-Триумпф» 1934-1935 гг.

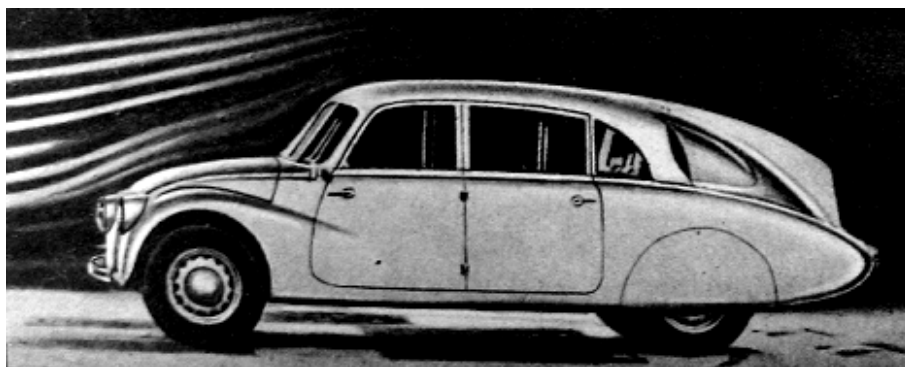


Рис. 42. Автомобиль «Татра тип 87»_ 1940 год

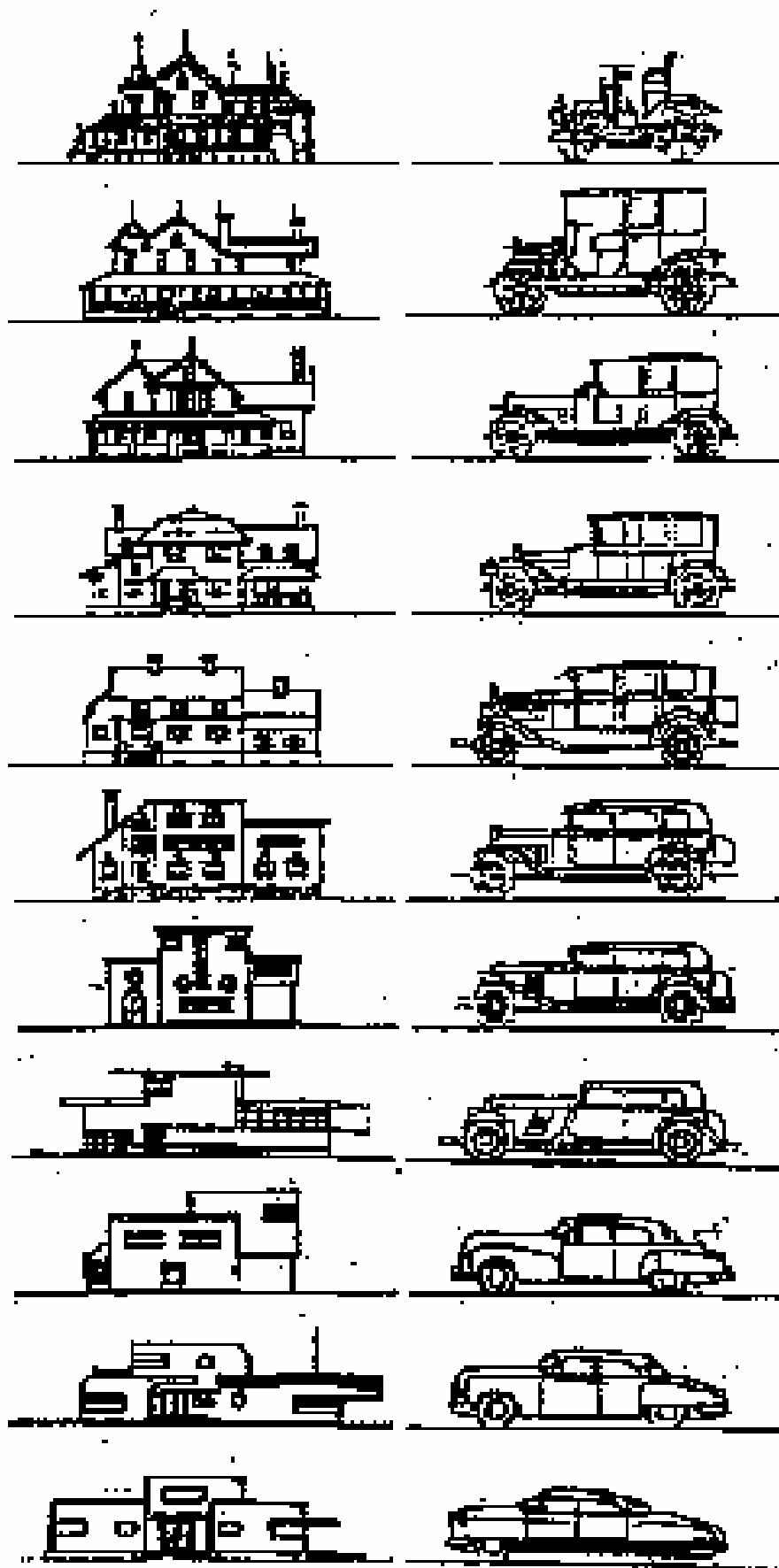


Рис. 43. Прогноз развития формы автомобилей и коттеджей_ по Раймонду Лоуи (США)

В дальнейшем_ после 50-х годов влияние аэродинамических исследований в экспериментальном создании формы автомобилей было опосредованным и служило лишь для оптимизации формы конкретных моделей автомобилей. Но изредка встречались исследования, не предназначенные для автомобилей настоящего и последующего периодов, а по-настоящему «пионерные»: «оптимальная форма автомобиля будущего» с $C_x = 0,201$ автомобильного ателье «Пининфарина» в третьей четверти XX века.

В это время (30–40–50-е гг.) в экспериментальном создании формы МЛА появляется и художественная основа, она характеризуется эстетическим осмыслением и практическим освоением широких возможностей, предоставленных автомобильному дизайну наукой и производственными технологиями. Они были подготовлены и мотивированы опережающими инженерно-техническими изобретениями и аэродинамическими исследованиями предыдущих периодов. Одно из важнейших – появление первого несущего штампованного кузова – автомобиль «Ситроен 7 CV».

Ещё в 30-е годы великий дизайнер США Раймонд Лоуи, работавший и в автомобильном дизайне, пытался представить возможную эволюцию формы легкового автомобиля параллельно с эволюцией формы индивидуального массового жилого дома (рис. 43).

Эти годы для концептуального автомобильного дизайна (особенно в гипотетическом его виде) были наиболее продуктивными: в поисковые работы по созданию формы автомобиля будущего включились известные дизайнеры, художники, архитекторы – Бертоне, Корбюзье и др.

Официально начало концептуального дизайна автомобилей историки связывают с 1939 годом, когда GM представила свою модель Y-Job, но ещё в 1932 году Ричард Фуллер создал свой Dymaxion, а в 1933 году известный дизайнер Бел Геддес представил модель автомобиля будущего. Для Всемирной выставки в Нью-Йорке 1939 года впервые были спроектированы несколько концепт-каров для общества будущего. Материалы раздела США этой выставки почти полностью были концептуальными и должны были оказать огромное влияние на жизнь людей в ближайшем будущем.

С другой стороны, эти разработки стимулировались и развитием спортивных и рекордных автомобилей, в которых на практике реализовали наиболее экстремальные новации как в конструкции и технологии, так и в аэродинамике. Например, автомобиль «Мерседес-Бенц» достиг рекордной скорости 399,6 км/ч на мерной миле, а в 1938 году автомобиль этой же фирмы развил пиковую скорость 432,92 км/ч.

Именно в 30–40-е годы был заложен опережающий образ легкового автомобиля будущего массового производства 50–60-х годов. В это время велись экспериментальные разработки в фирме «Крайслер», внедрённые уже после второй мировой войны, а также фирмой «Фольксваген», послужившие прототипом одного из самых массовых и популярных автомобилей – «Фольксваген-Жук», и фирмой «Ситроен».

Процесс экспериментальных исследований в автомобильном дизайне во многих странах Европы был прерван второй мировой войной. Но в США он, хотя и с замедлением, продолжался (рис. 44).

Послевоенный период развития концептуального дизайна автомобилей в США историки связывают с фирмой «Дженерал Моторс» и его вице-президентом по дизайну Харли Эрлом. Для гигантских шоу на выставке «Моторама» (в год пика «Моторамы» в 1956 году GM потратила на шоу 10000000 долларов привлекла более 2000000 зрителей) были разработаны и построены XP-21(1) Firebird в 1954 году (с самолётным газотурбинным двига-

телем) в стиле реактивного истребителя, в 1956 году Firebird-2 и в 1958 году – Firebird-3. Влияние этих концепт-каров на коммерческий (серийный) дизайн автомобилей огромно: именно они послужили своеобразными эталонами эстетических предпочтений для потребителей того времени и стали образцами чисто американского автомобильного стиля «детройтское барокко» в конце 1950-х годов.

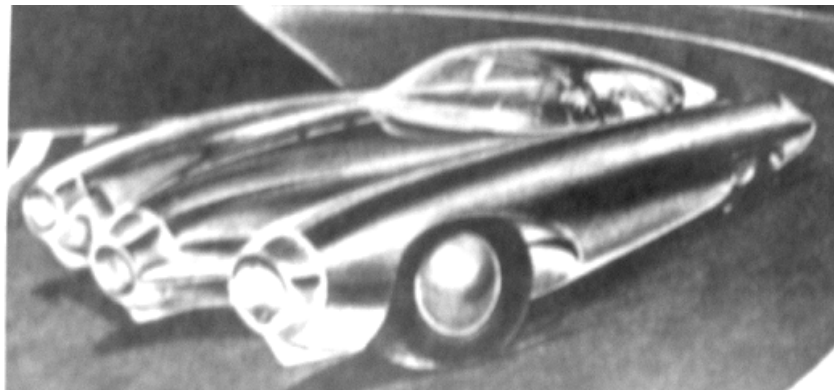


Рис. 44. Графическое изображение формы концептуального автомобиля. США 1940-е годы

В Европе в полной мере этот процесс восстановился только в начале 50-х годов: появились модели «Лянча Априлия» (автор кузова Ж. Жовелин, 1949–1950 гг.), аэродинамический заднеприводной образец фирмы «Татра Татралан» (1951 г.), «Фиат-Турбо» с турбинным двигателем (дизайнер Ф. Рапи 1954 г.), «Форд-Фалькон» (1958 г.) и другие.

Наиболее продуктивными в Европе оказались разработки двух фирм, на многие годы определившие образ своих массовых автомобилей, наиболее популярных в следующие десятилетия. Это «Порше 356» с кузовом кабриолет, созданный в 1951 году и положивший начало известному всему миру стилю «Порше», а также разработанный в 1955 году экспериментальный автомобиль «Ситроен ДС 19», положивший начало известному стилю фирмы «Ситроен» того времени.

Период 30–40–50-х гг. в концептуальном дизайне автомобилей можно условно назвать первым или «начальным». Именно в это время закладывались основы будущей концептуальной ветви автомобильного дизайна, так как сам рыночный автомобильный дизайн по-настоящему ещё только обретал свой статус в проектной сфере автомобильной культуры.

Второй этап в концептуальном дизайне автомобилей 60–70-х гг. можно назвать «поисковым». Этот период связан с разработками так называемого «безопасного автомобиля». Большинство автомобильных фирм мира, используя статистику жертв автомобильных аварий, проводят экспериментальные исследования и создают образцы безопасных автомобилей. Начались такие исследования в Нью-Йорке в 1960 году, в Европе к ним приступили несколько позднее (рис. 45 и 46). Был построен экспериментальный безопасный легковой автомобиль «Пининфарина Сигма». В этой гонке участвовало большинство автомобильных гигантов: «Форд», «Дженерал Моторс», «Фиат» (построивший целую гамму безопасных концептуальных автомобилей различных размеров), «Мерседес-Бенц», «Фольксваген» и другие.

В эти же годы продолжались прогнозно-экспериментальные разработки и по начатым ранее направлениям конструкции и формы: фирма «Ровер» построила в 1965 году опытный образец легкового автомобиля с газотурбинным двигателем. Центр концептуального дизайна в этот период времени переместился в Италию. Дизайнеры Италии вели

разработки для многих фирм в различных странах мира. Среди них своими экспериментально-проектными разработками выделялись студии «Пининфарина», «Бертоне» и некоторые другие.



Рис. 45. Экспериментальный автомобиль. «Новый безопасный седан». Разработка университета. США, Нью-Йорк, 1965 год

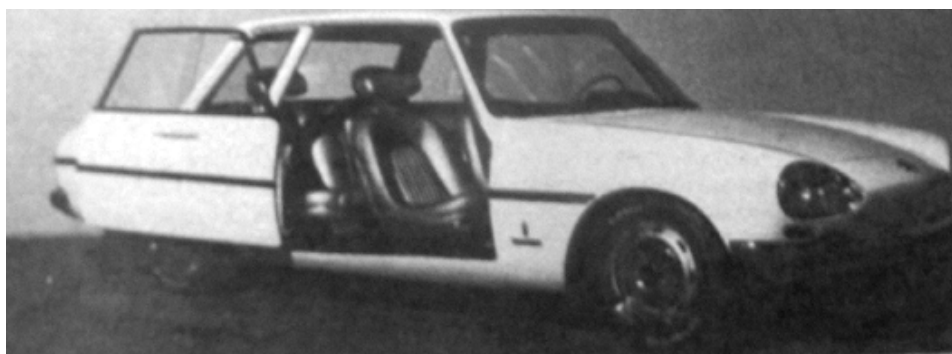


Рис. 46. Экспериментальный безопасный автомобиль «Пининфарина Сигма». Италия, 1960-е годы

Конкуренция на восстановившемся после войны мировом автомобильном рынке привела к заметному оживлению в проектировании новых моделей легковых автомобилей. Именно к этому времени на развитой сети автомобильных салонов (выставок), действующей с начала века, стали появляться так называемые «студийные» разработки автомобильных дизайнеров. Это делалось очень редко, в основном с целью рекламы и привлечения внимания к тем фирмам, спрос на продукцию которых в данное время понижался.

Всплеск экспериментальных разработок в конце 60-х — начале 70-х годов привёл в автомобильный дизайн Луиджи Колани, мировую величину в области футуродизайна (прогнозного дизайна). Именно он внёс в концептуальный автомобильный дизайн экстремальную для того времени художественную основу, ставшую фундаментом самой романтической — образной части прогнозного дизайна автомобилей.

Начинал Луиджи Колани (как автомобильный дизайнер) в США с экспериментальных аэродинамических исследований формы автомобиля, которые затем перешли грань научно-исследовательских и стали настоящими синтетическими произведениями автомобильного дизайна и художественной скульптуры (рис. 47).



Рис. 47. Дизайнер Луиджи Колани и его разработки: автомобиль «Капля», океанский экраноплан и др.

Таким образом, данный период развития концептуального дизайна автомобилей выявил его специфику – как реального инструмента поиска новых творческих решений в автомобильном дизайне и незаменимого участника всех экспериментально-исследовательских разработок опытных образцов ведущих автомобильных фирм мира.

Удачные образцы фирм «Ситроен», «Порше», «Фольксваген» и других показали необходимость таких разработок, направленных на поиск опережающих проектно-художественных образов массовых легковых автомобилей будущего.

Следующий этап развития концептуального дизайна автомобилей с начала 80-х годов и по настоящее время – этап становления и утверждения двухуровневого (инновационного) по специфике художественного проектирования и конструирования современной дизайн-формы массового легкового автомобиля.

Определённая закономерность в повышении внимания производителей легковых автомобилей к дизайну просматривается в истории мировой культуры в моменты усиления конкурентной борьбы. Это происходило в первый кризисный период рынка легковых автомобилей 30-х годов, когда потребовалась помощь художников и архитекторов в разработке не только самой формы автомобилей, но и самих принципов подхода к смене формы.

Это же было и в следующие кризисные периоды, которые наступали из-за перенасыщения автомобильного рынка по различным причинам. В 60-е годы вмешательство автомобильных художников-стилистов потребовалось, как известно, из-за изменения конструкции автомобиля после ужесточения норм безопасности, введённых конгрессом США.

Наиболее сильный топливный кризис с радикальным вмешательством конгресса произошёл в автомобильной индустрии США в 1973-1974 годах. В конце 1974 года автомобильные фирмы-производители США снизили продажу легковых автомобилей на 35%.

Однако топливное потрясение имело и другую сторону: почувствовав усиление конкуренции в этот период со стороны Европы и Японии в секторе субкомпактных легковых автомобилей, американские производители впервые не просто обратились

к дизайнерам, но и впервые сформулировали главные проблемы, которые составляют основу инновационного развития современного легкового автостроения.

Эти проблемы следующие: регулярное формирование стратегии продукции каждой фирмы на длительный срок (до 25 лет); разработка программ исследования автомобильного рынка, концепции, конструкции и формы легкового автомобиля – программ, включающих и постоянные разработки прототипов; ускорение смены выпускаемых моделей за счёт уменьшения сроков проектной разработки и подготовки производства.

Именно это и явилось основанием современного этапа концептуального, экспериментально-исследовательского дизайна автомобилей. Если до сих пор поиск формы вёлся от случая к случаю, в основном перед предстоящей сменой модели, то теперь фирмы, борясь за рынок, стали вести поиск возможных направлений дальнейшего развития формы и после смены продукции.

Большинство фирм-производителей автомобилей в то время разбили свои исследовательские программы на три временных уровня: первый – период последующей смены моделей в 1982–1985 гг.; второй – среднесрочный, 90-е годы; третий – долгосрочный, до 2010 года и далее.

Наиболее наглядно это деление видно в программе фирмы «Форд» того времени. Особый интерес с точки зрения экспериментального дизайна автомобилей вызывают второй и третий временные уровни. Второй уровень по концепции представляет собой переднеприводной субкомпактный трёхдверный автомобиль с кузовом типа «хэтчбэк».

Первым в серии автомобилей этого уровня был «Мегастар-1», построенный в 1977 году (рис. 48).



Рис. 48. Концепт-кар «Мегастар», 1977 г. ГИА (платформа «Форд-Гранада», 1977)

Второй, построенный в 1979 году, почти идентичен по пластике, но более реален для массового исполнения. Эксперименты по определению пластики формы кузова касаются как общего стиля формы («гранёный» или более «мягкий», «скульптурный»), так и стиля формы его элементов: формы арок задних колёс, бамперов и других навесных деталей, а также фар, фонарей, зеркал заднего вида, ручек дверей и др.

Дальнейшие модели – «Форд Фиеста ЖТК» (1980) (рис 49), «Форд ГИА Брезза» (1982) и некоторые другие экспериментальные прототипы отлично заполняют всё поисково-исследовательское пространство формы массовых легковых автомобилей, предназначенных для рынка 90-х годов.



Рис. 49. Концепт-кар «Форд Фиеста ЖТК», 1980 г.

Концептуальные модели третьего временного уровня под девизом «ПРОБ» и по общей концепции, и по пластике стиля дизайн-формы значительно более свободны и существенно отличаются от формы автомобилей первого и второго временных уровней.

Первая модель – «ПРОБ-1» была построена в 1979 году и показана на Франкфуртском автомобильном салоне. Она во многом сохраняет образ автомобиля для рынка 90-х годов, но последующие модели (от «ПРОБ-2, построенной в 1980 году, до «ПРОБ-5», 1983 года) постепенно выходят на более высокий уровень. Это касается как геометрически пластической основы, так и композиции кузова и его элементов, которыми, вполне вероятно, и будет обладать, по мысли дизайнеров того времени, автомобиль начала XXI века (рис. 50).

Фирмой «Форд» в середине 80-х годов была также предпринята попытка концептуально проверить возможности и следующего временного уровня. Был разработан проект прототипа легкового автомобиля 2008 года. Но ни по пластике, ни по новациям в дизайн-концепции формы он не отличался от последних прототипов серии «ПРОБ».

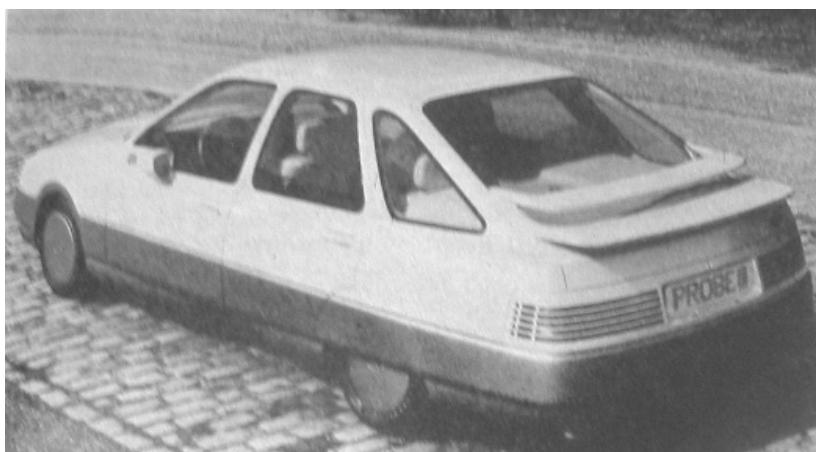


Рис. 50. Концепт-кар «Проб-3» «Форд», 1981 г. (прототип «Сиеста»)

Другой автомобильный гигант США фирма «Дженерал Моторс» также разработала аналогичную программу, правда, менее обширную, так как потери у неё были наименьшими из компаний «большой тройки». Наиболее известная из этой программы модель по свободе по-

иска может быть отнесена ко второму временному уровню. Особое внимание исследователи уделили аэродинамике ($C_x = 0,18$) и топливной экономичности (3,9 л на 100 км).

Достойными соперниками американских фирм в этой области в рассматриваемый период, были автомобильные фирмы Европы. В концептуальном дизайне в это время на голову выше других были проектные и дизайнерские студии Италии. В их числе компания «ФИАТ», создавшая модульный прототип «ФИАТ УСС» (1984–1985 гг.) с существенной новацией в конструкторской концепции – серией сменных задних частей кузова автомобиля.

Наиболее заметна в это время частная фирма известного итальянского автомобильного дизайнера Дж. Джуджаро (рис. 51 и 52).



Рис. 51. Концепт-кар «Медуза», 1980 г. ($C_x = 0,263$), ф. «Итал Дизайн». Дизайнер Дж. Джуджаро.



Рис. 52. Концепт-кар «Марлин» (аналог формы модели 2110). Начало 1980-х гг., ф. «Итал Дизайн»

Только в конце 70-х годов она выполнила заказы по концептуальному проектированию для фирм «Ауди», «БМВ», «Фольксваген», «Хюндай», «Лянча», «Альфа Ромео» и других.

Известна его концептуальная модель «Медуза», наиболее точно в то время предопределившая как стилистическую, так и образную основу решения дизайн-формы массового автомобиля 90-х годов. Другой, также весьма заметной моделью концептуального направления был прототип семейства городских легковых автомобилей «Капсула».

Всё это время своеобразным раздражителем для концептуального дизайна служили прототипы итальянских фирм, занимающихся постройкой и сбытом спортивных и спортивно-коммерческих автомобилей: «Бертоне» (МХ-81), «ГИА», «Пининфарина» (рис. 53).

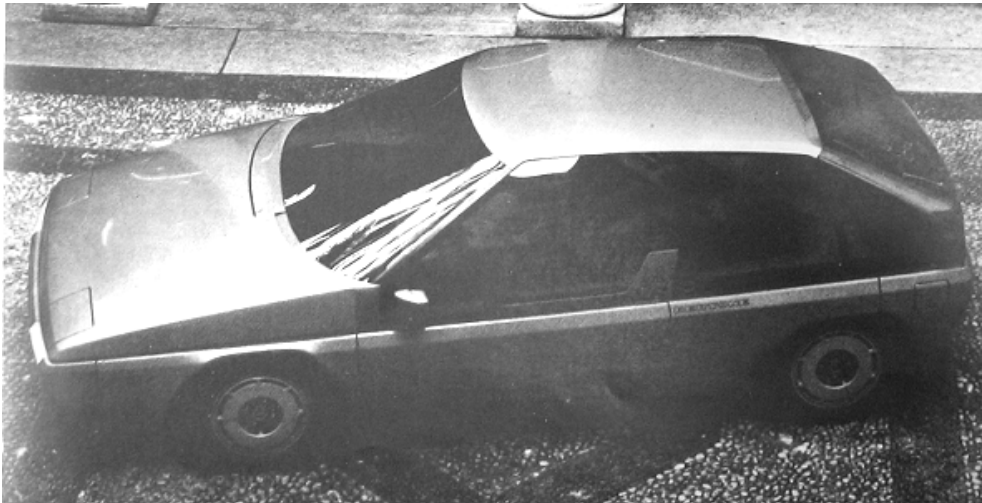


Рис. 53. Концепт-кар «МХ-81», ф. «Мазда»

Автомобильные фирмы Германии (в то время – ФРГ) также разработали программы исследований для удержания своего участка мирового автомобильного рынка. Наиболее ёмкую программу имела фирма «Фольксваген». Её прототип «2000» имел оригинальную концепцию и пластическое решение формы, отличную аэродинамику ($C_x = 0,26$) и послужил основой некоторых моделей массового производства настоящего времени. Прототип «Поло», заказанный фирме известного мастера футуродизайна Луиджи Колани, являлся объектом исследований возможности автомобильного дизайна в начале XXI века. (рис. 54).

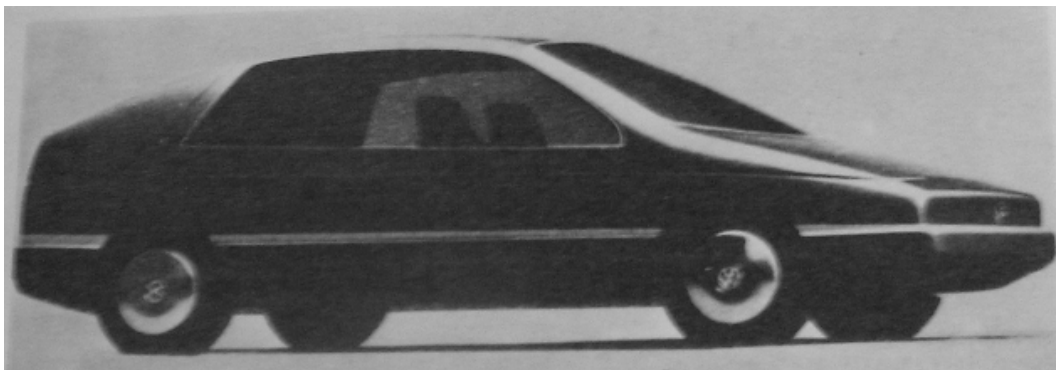


Рис. 54. Концепт-кар «Фольксваген Поло» Луиджи Колани. 1980-е гг.

Свои программы в это время реализуют и другие фирмы Германии (ФРГ): «Опель» (модели «ЖТ-2», «ТЕЧ-1»), «Мерседес Бенц» (2000). Несколько технических университетов совместно разработали «УНИ-КАР» (построен в 1979–1981 гг.) с повышенной безопасностью и $C_x = 0,24$.

Во Франции наиболее ёмкая программа исследований была у фирмы «Ситроен». Известны её модели «Ксения» (построена в 1977 г. для начала XXI века), экспериментальная модель «Карин» с ярко выраженной гранёной пластикой формы и практическим отсутствием крыши и некоторые другие (рис. 55).

Фирма «Рено» в 1981 году создала модель «Ева» ($C_x = 0,25$). Именно эта форма была косвенным прототипом первых образцов отечественного автомобиля ВАЗ-2110 в 1982–1984 гг.

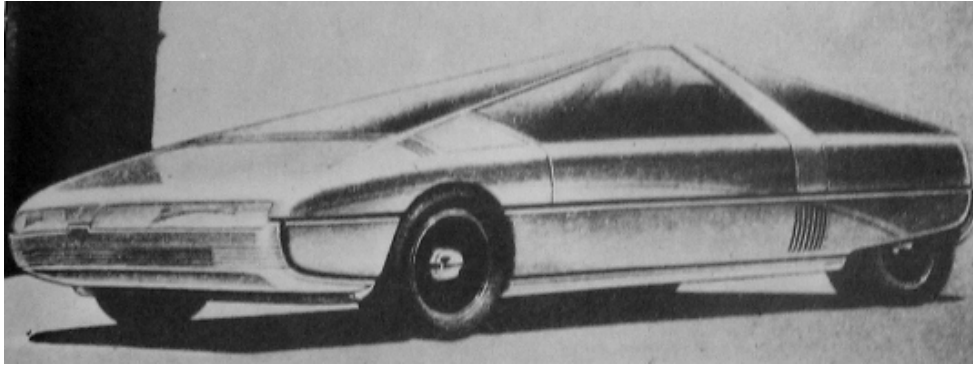


Рис. 55. Концепт-кар «Карин», ф. «Ситроен», 1977 г.

Японские автомобильные фирмы в этот период ещё только завоевывали для своей страны право называться ведущей автомобильной державой. Ни современной школы автомобильного дизайна, ни опыта исследований у них не было, но было огромное желание удержаться на автомобильном рынке и сделать это не только за счёт технологии и качества изготовления и сборки.

Поэтому уже в это время все ведущие автомобильные фирмы Японии разрабатывают аналогичные исследовательские программы, используя как собственные средства, так и правительственные субсидии.

Лидер японского автостроения — фирма «Тойота» имела наиболее обширную программу. Её модель «ФХ-1» (рис. 56) представленная на 25-м Токийском автомобильном салоне, отличалась от других экспериментальных прототипов более глубокими новациями в конструкции (удлинённая передняя часть, шарниры дверей с двойной осью и рычагом), а «Тойота Астероид» поражала необычностью конструкции и формы, выразившейся в дверях типа «крыло чайки», необычной формой арок колёс и других элементов (рис. 57).

Другие фирмы Японии также разработали и построили несколько прототипов для начального экспериментального исследования конструкции и формы: «Мицубиси МР-90Х» (отличалась необычной скульптурной пластикой), «Мазда Бертоне» (заметная смелостью технологического и дизайнерского решения верхней части кузова — «фонаря» с удалением стоек для крепления стекол по всему периметру и размещением задних фонарей в стойках).



Рис. 56. Концепт-кар «ФХ-1», ф. «Тойота», 1980-е годы

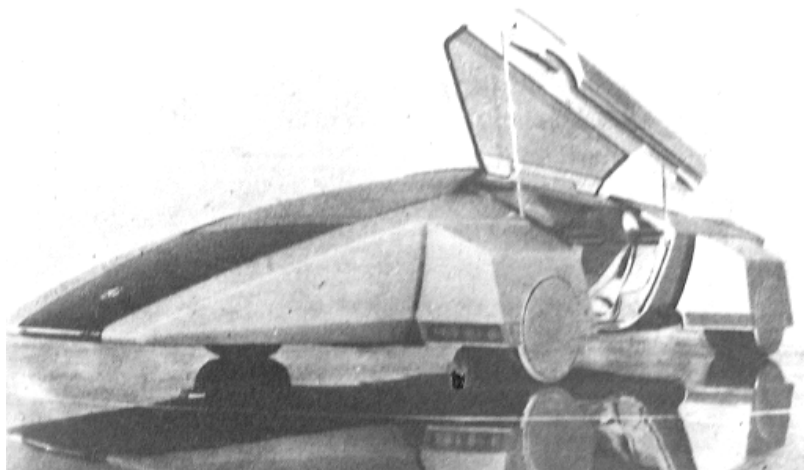


Рис. 57. Концепт-кар «Астероид», ф. «Тойота». Начало 1980-х гг.

Фирма «Мазда» одной из первых стала проводить международные конкурсы по концептуальному (прогнозному) дизайну автомобилей: «Мазда-2000», «Мазда-2010» с приглашением молодых дизайнеров и студентов, используя их раскрепощённое воображение для генерации идей по концепции как формы в целом, так и пластических решений стиля автомобилей начала XXI века.

В целом этот период (до середины 80-х гг.) для автомобильных фирм США и других стран стал переломным — роль эксперимента и исследований в сфере проектирования массовых легковых автомобилей стала решающей. Для итальянских автомобильных фирм и французского «Ситроена» это время стало поистине «золотым веком», а для исследовательских программ японских автомобильных фирм этот период был многообещающим началом в этой области.

Следующий отрезок времени в истории развития концептуального дизайна — с середины 80-х годов до начала XXI века, также играет немаловажную роль для многих участников этой захватывающей гонки за лидерство в существенной новизне формы и конструкции МЛА.

Менеджмент подавляющего большинства ведущих фирм-производителей мира убедился в том, чем достигается преимущество на современном автомобильном рынке. Инновации стоят недёшево, но другого пути удержаться на рынке нет, а улучшить там своё положение можно, только разрабатывая свои новшества или приобретая чужие технологии, и внедряя их быстрее конкурента.

Данный период — конец XX века характеризуется усилением конкурентной борьбы на мировом автомобильном рынке, в особенности с появлением ещё одной автомобильной страны — Южной Кореи.

Он интересен для исследователей истории мировой автомобильной культуры ещё одним отличительным моментом — некоторым замедлением генерации и внедрения инженерно-конструкторской новизны.

Раньше (в середине XX века) существенная новизна формы и изменений в конструкции создавали почти одновременно новое поколение автомобилей той или иной фирмы («Пежо» и некоторые другие). В связи с замедлением внедрения инженерно-конструкторской новизны и требованием конкуренции ускорения инновационной смены массовых автомобилей и семейств, произошла некоторая смена тактики многих ведущих автомобильных фирм.

Если нельзя за 3–4 года создать полностью новый конкурентоспособный массовый легковой автомобиль, то разработать новый кузов на старой конструкторской основе (платформе) вполне под силу. Для этого необходимо ещё больше наращивать поиск существенной (креативной) новизны дизайн-формы автомобиля.

Япония первой поняла требования современного автомобильного мирового рынка. Ей, стране, претендующей в это время на мировое лидерство в автостроении и завоевавшей у США значительный сектор национального автомобильного рынка, просто необходимо было первой понять и освоить особенности развития этого периода.

Ведущие автомобильные фирмы стали лидерами в современной технологии производства массовых автомобилей. Создав основу для внедрения других новаций, они приступили, не прерывая исследований в инженерно-конструкторском направлении, к форсированному созданию современной системы генерации новизны дизайн-формы.

Не имея собственной школы автомобильного дизайна (как не имея ещё совсем недавно современной автомобильной индустрии), они сделали ставку именно на концептуальный автомобильный дизайн. Просчитав все варианты, они правильно поняли, что, развивая именно это направление дизайна, они вскоре будут лидерами не только в концептуальном (прогнозном или экспериментальном) автомобильном дизайне, но и в стайлинге (направлении в дизайне автомобилей, создающем дизайн-форму автомобиля следующего поколения, соответствующего требованиям только ближайшего будущего).

Уже в середине 80-х годов японские фирмы приняли новые, усиленные программы по экспериментальным исследованиям, включающим и дизайн автомобилей. Наиболее показательна программа компании Mitsubishi Motors.

В 1987 году на Токийском автосалоне был представлен первый автомобиль из экспериментально-исследовательской серии HSR. Это сочетание переводилось тогда как High Speed Running Research Car – высокоскоростной опытный автомобиль. Двумя годами позже там же в Токио, появился и HSR-II как High Sophisticated Research Car – высокосложный опытный автомобиль. Вслед за ним родились HSR-III и HSR-IV – Human Science Research Car – опытный автомобиль с человеческим мышлением. «HSR-V» в 1995 году имел уже другую расшифровку: Harmonik Science Research Car (гармоничная научная разработка). Гармония подразумевалась между человеком, автомобилем и окружающей средой.

Уже тогда и, конечно, сегодня японские автомобильные производители занимают лидирующее место в области концептуальных – научно-исследовательских разработок. По данным экономистов, в это время они тратили на инновационные проекты более 20% своей прибыли.

Автомобильный дизайн США и Европы несколько утратил свои позиции в этот период количественно, но качественно остался ещё вполне конкурентоспособным. Все страны до сих пор строят концепт-кары по двум временным уровням: среднесрочному (до 10 лет) и долгосрочному (15–20 лет).

Работы на этих уровнях посвящены, соответственно, или поиску новизны художественно-пластического решения формы автомобиля следующего десятилетия, предназначенного для массового рынка, или исследованию предельных возможностей автомобильного дизайна и инжиниринга в представлениях специалистов настоящего времени.

Экспозиции автомобильных выставочных салонов всех периодов времени наглядно демонстрируют динамику развития как стран-производителей, так и ведущих автомобильных фирм. В экспериментально-исследовательских разработках к ним всё чаще присоеди-

няются проектно-исследовательские центры и другие специальные организации, занимающиеся только исследовательскими и проектными разработками по заказам этих фирм.

Многие концепт-кары разрабатываются специально к открытию определённых автомобильных выставочных салонов. Зачастую их презентации и считаются в автомобильной культуре их официальной датой рождения. Все они направлены на постоянный и целенаправленный поиск новизны формы и конструкции МЛА будущего. Но ведущим в этих исследованиях почти всегда является автомобильный дизайн.

Своеобразный баланс эстетического и функционального хорошо заметен в форме ряда экспериментально-исследовательских моделей различных фирм США. Oldsmobile Aerotech (1989) – разработка легкового автомобиля будущего, интересен поиском новой геометрии формы. Его задняя часть несколько шокирует потребителя своим необычным решением. Но с точки зрения эстетики это оправдано усилением динамичности формы за счёт увеличения длины крыши, а также повышения комфорта, т. е. значительного увеличения объёма салона и аэродинамических качеств.

Ford Splash (1989) как исследовательская разработка интересен тем, что дизайнерская сторона работы была выполнена четырьмя студентами, а её концепция оказалась настолько удачной, что после экспонирования на автомобильных выставочных салонах в США и Женеве автомобильный мир заговорил о новом классе легкового автомобиля, необходимого уже в ближайшие годы: как спортивно-прогулочного с высокой проходимостью, пригодного как для летнего пляжа, так и для зимнего бездорожья (рис. 58).



Рис. 58. Концепт-кар «Сплэш» (первый пляжный родстер), ф. Форд, 1989 г.

Нельзя не упомянуть такие модели того времени, разработанные в США, как Pontiac Stinger (1989), минивэны Lincoln Mercury Mystique (1991) и GM Corporate NX-3 (1991), Dodge Neon (1991), Oldsmobile Anthem (1992), и многие другие.

Западноевропейская школа легкового автомобильного дизайна концептуальных экспериментально-исследовательских моделей этих лет неоднородна. В прошлые десятилетия явным лидером в ней была Италия. Высокие художественные и эстетические качества формы концепт-каров поддерживались не только за счёт школы, но и как результат непредсказуемых творческих находок в концепции автомобиля будущего в целом.

Но в это время спад в концептуальном дизайне итальянских автомобильных фирм явно просматривался в их экспозициях на выставочных салонах. Спад этот характерен для исследований не только самых массовых типов легковых автомобилей, но и (в меньшей степени) спортивных и спортивно-коммерческих.

Пожалуй, только проектировщики «Итал дизайн» под руководством Дж. Джуджаро пытались удержать уровень прошлых десятилетий, да фирмы, сотрудничавшие с автопроизводителями США и Японии («ГИА» и «Пининфарина»), работали на прежнем уровне.

Французские автомобильные фирмы после лидерства «Ситроен» в прошлые десятилетия, также редко были заметны на выставочных автомобильных салонах. Это объяснялось тем же, что и у итальянцев, — экономическими трудностями. Лидером Франции в экспериментальном автомобильном дизайне стала в этот период фирма «Рено».

В Германии явного лидера, пожалуй, не было. Необходимо отметить несколько более ранние программы фирмы «Фольксваген» и поиски фирм «Мерседес», «Опель» и «БМВ» (рис. 59).



Рис. 59. Концепт-кар «Футура», ф. «Фольксваген». Начало 1980-х гг.



Рис. 60. Концепт-кар «Олдсмобил Аэротеч», ф. «Дженерал Моторс», 1989 г.

Своё место в концептуальном автомобильном дизайне очень уверенно заняла проектная фирма из Англии «IAD». Её оригинальные разработки Venus (1988), Magia (1992), Impact (1988) Interstate (1988) и другие сыграли большую роль в развитии мирового дизайна.

Японская школа экспериментального дизайна, кроме уже упомянутой Mitsubishi HSR, продемонстрировала и многие другие модели: Subaru SRD-1 (1990), Toyota 4500GT (1989) и т. д.

Начало XXI века отмечено расцветом экспериментального дизайна. Он становится именно тем, для чего и был предназначен, — ускорением развития, методом внедрения новизны визуальной части автомобиля — дизайн-формы.

подавляющее большинство автомобильных фирм-производителей уже не могут создать новый серийный легковой автомобиль без предварительной обкатки (апробирова-

ния) той или иной концепции формы в материале, частично или полностью, на концептуальной модели. Для примера можно взять 2001 год.

В этом году в мировой автомобильной индустрии было построено и экспонировано более 40 концепт-каров. Как отмечают исследователи, их можно условно разделить по дизайн-форме на две части: у первой преобладают те, у которых форма достаточно явно следует за конструкцией, технологией и функцией, а у другой – преобладает художественно-образное начало (эмоции).

Для примера в первой группе выбраны следующие модели Renault Talisman (Франция), Nissan mm (Япония), Oldsmobile 04 (США), Subaru HM-01 и некоторые другие. Ко второй группе можно отнести Renault Mega» (Франция, рис. 61), Ford Forty Nine (США), Mitsubishi Space Liner (Япония), Chrysler Crossfire (США), Saab 9X (Швеция) и др.

Но есть и такие модели концепт-каров, которые не могут входить ни в одну из групп по существенной новизне формы, а иногда и конструкции одновременно – это Nissan a-T, Isuzu Z.E.N., Suzuki GSR-R|4 (Япония) и некоторые другие (рис. 62).



Рис. 61. Концепт-кар «Меган», Фирма «Рено» (2001)



Рис. 62. Концепт-кар GSR-R|4, Фирма «Сузуки» (2001)

В мировой автомобильной индустрии сложилась система апробации новизны. Подобные системы существуют и в других областях транспортного машиностроения: судостроении, самолётостроении и так далее, но ни одна из них не может сравниться с автомобильной по разветвлённости, популярности, регулярности и многолетнему опыту представления обществу самых последних достижений инженерной и дизайнерской мысли.

Роль этой системы в развитии автостроения и автомобильной индустрии чрезвычайно высока: ведь её цель – реклама новейшей рыночной продукции автомобильных фирм и формирование эстетических предпочтений потребителей в будущем. Кроме того, при помощи концепт-каров демонстрируется и интеллектуальный потенциал фирм-производителей и проектировщиков, уровень их сил в инжиниринге и дизайне, а значит, и конкурентоспособность в настоящее время.

Современная система апробации новизны конструкции и формы состоит из более десяти крупных регулярно действующих выставочных автомобильных салонов, которые почти строго разделяются по секторам автомобильного рынка: массовые легковые, грузопассажирские и специальные, автобусы, грузовики и т. д. Наиболее популярны, конечно же, салоны массовых легковых автомобилей, поскольку они ориентированы как на специалистов, так и на многочисленных рядовых потребителей.

В США наиболее престижными считаются Детройтский и Нью-Йоркский автосалоны. В Европе – Парижский, Франкфуртский, Женевский и Туринский. В Японии – Токийская автомобильная выставка (салон), в 2007 году отметившая своё 40-летие. Это самый молодой и инновационный салон, который специалисты называют ещё салоном будущих автомобилей.

Наибольшее количество концепт-каров представлены именно на Токийском и Детройтском автомобильных салонах. Причём, если на Детройтском салоне концепт-кары в максимальном количестве показывает автомобильная промышленность США, то на Токийском – японская автомобильная промышленность демонстрирует в ответ свои, также в максимальном количестве.

Но в последнее десятилетие «гонку концепт-каров» всё таки выигрывают японские фирмы-производители МЛА. Токийский автомобильный салон 2007 года показал удивительное желание научно-технических, исследовательских и специальных проектно-исследовательских центров Японии быть в этой области «впереди планеты всей» (ис. 62).

Токийская экспозиция была развернута под девизом: «Лови новость – прикоснись к будущему». Экспозиции последних лет показывают, что в Японии, как и раньше, исследования проводятся в двух временных уровнях, но упор делается на второй, более глубокий уровень.

Это всё более фантастические модели и по конструкции, и по форме: Nissan Pivo2, Honda PUYO, Тойота RiN и Тойота HI-CT, Suzuki SSC и другие. Эти поиски отражают не только попытки найти пути эволюционного развития формы автомобиля будущего (эволюции стиля), но и экстремального, революционного, позволяющего выйти на более высокий уровень поиска новизны в будущем.

Другая группа концепт-каров, более близкого уровня глубины поиска новизны представляет понятную эволюционную линию развития дизайн-формы и конструкции МЛА. Это Nissan INTIMA, Nissan Round Box, Тойота 1|X, Тойота FT-MV и др. (рис. 63, 64 и 65).



Рис. 62,а. Вход в Токийский автосалон 2007 года



Рис. 63. Концепт-кар «Интима», ф. «Ниссан». 2007 г.



Рис. 64. Концепт-кар «ФТ-МВ», ф. «Тойота». 2007 г.



Рис. 65. Концепт-кар «Раунд-Бокс», ф. «Ниссан». 2007 г.

Исследовательские работы по развитию формы всё в большей степени охватывают все сегменты существующего автомобильного рынка с выходом в первую очередь на спортивно-потребительские автомобили. На Токийском автомобильном салоне они были представлены модели Mazda TAIKI, Honda CR-Z и другими.

Современный этап развития автомобильного дизайна наглядно показывает, что уверенно чувствовать себя на мировом автомобильном рынке может только та фирма-производитель, которая тратит на дизайн достаточно средств и покровительствует в первую очередь его «свободной» ветви — концептуальной (экспериментально-исследовательской, прогнозной).

Почти каждое отделение концерна «Дженерал Моторс» имеет свой исследовательский центр с дизайн-студией. Фирма «Форд» также имеет две студии экспериментально-исследовательского дизайна: центральную в США и фирму «ГИА» в Италии. Компания «Крайслер» не так давно построила современный центр и студию.

Почти все ведущие японские фирмы также полным ходом ведут концептуальные экспериментально-исследовательские поиски в своих центрах и дизайн-студиях, используя дополнительно и такой динамичный метод, как проведение международных конкурсов среди студентов и молодых дизайнеров. Особенно выделяются в этом фирмы «Ниссан», «Мазда» и «Тойота».

Практика современного автомобилестроения показывает, что, только используя двухуровневые временные программы исследований, можно влиять на моду мирового автомобильного рынка и практически быть её законодателем. Массовая продукция, то есть серийные легковые автомобили такой фирмы всегда будут чуть впереди конкурентов.

Кроме того, именно концептуальный (экспериментально-исследовательский) автомобильный дизайн наряду с дизайном других отраслей промышленности наиболее наглядно показывает, каким может быть предметный мир, ожидающий нас и наших детей в будущем, то есть выполняет роль своеобразной «машины времени».

В проектной сфере отечественной автомобильной индустрии концептуальный дизайн до сих пор не выполняет свою роль основного генератора новизны. С начала 80-х годов он был одним из элементов для демонстрации в различного рода проверках визуальной видимости уровня развития службы дизайна автомобильных фирм, их псевдоинновационности.

Семейство концептуальных моделей в виде маломасштабных макетов послужило одним из факторов решения правительства СССР о финансировании организации и строительства на АВТОВАЗе регионального научно-исследовательского центра.

В конце 80-х – начале 90-х годов, после окончания проекта «2110», был проведен конкурс концептуальных разработок формы последующей модели. Под индексом «2116» было разработано несколько концептуальных вариантов дизайн-формы автомобиля начала XXI века (рис. 66, 67 и 68).

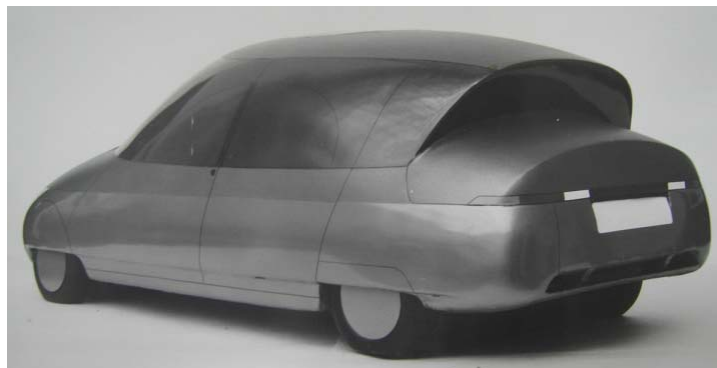


Рис. 66. Версия модели ВАЗ-2116. Конец 1990-х гг.
Автор С. Зайцев



Рис. 67. Версия модели ВАЗ-2116.
Конец 1990-х гг. Автор Е.Лобанов



Рис. 68 . Версия модели ВАЗ-2116.
Конец 1990-х гг. Автор А.Беляков



Рис. 69. Концепт-кар «Автомобиль для ночных гонок».
Начало 1990-х гг. Автор А. Беляков

Позднее такие конкурсы не проводились, хотя отдельные разработки были (рис. 69) и экспонировались на различных отечественных и даже зарубежных выставках: «УФО» (1990), семейство мини-автомобилей с каркасно-панельной конструкцией кузова «Гном» (рис. 70, 71 и 72) и «Эльф» (1995), «Рапан» (1996), «Питер Турбо» и некоторые другие.



Рис. 70. Первый официальный (ходовой образец) концепт-кар ВАЗа «Гном». 1990–1995 гг. Автор Е. Лобанов

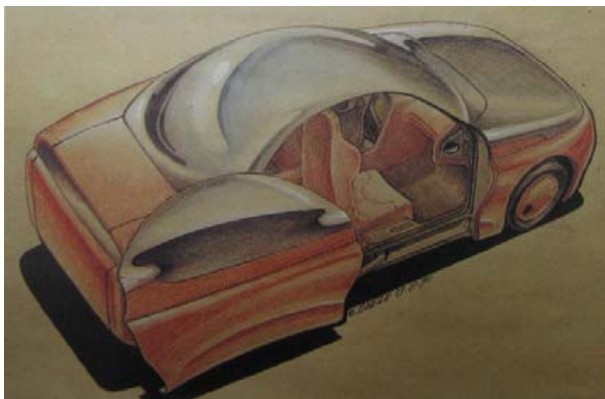


Рис. 71. Концепт-кар ВАЗа «УФО». конец 1980-х гг. Автор В. Пашко



Рис. 72. Семейство концепт-каров ВАЗа «Банан» (2 – короткий и длинный) середина 1980-х гг. Авторы – группа Б. Ярцева

На АВТОВАЗе, в начале 1980-х годов была предложена необычная прогнозная концепция – разработка автомобиля с отдельной крупномодульной (капсульной) конструкцией кузова и семейства автомобилей на данной основе с повышенным уровнем безопасности и широкой возможностью трансформации как по форме, так и по его конструкции (рис. 73). Модель участвовала в мини-конкурсе на постройку первого ходового концепт-кара АВТОВАЗа, но «проиграла» первенство «Гному».

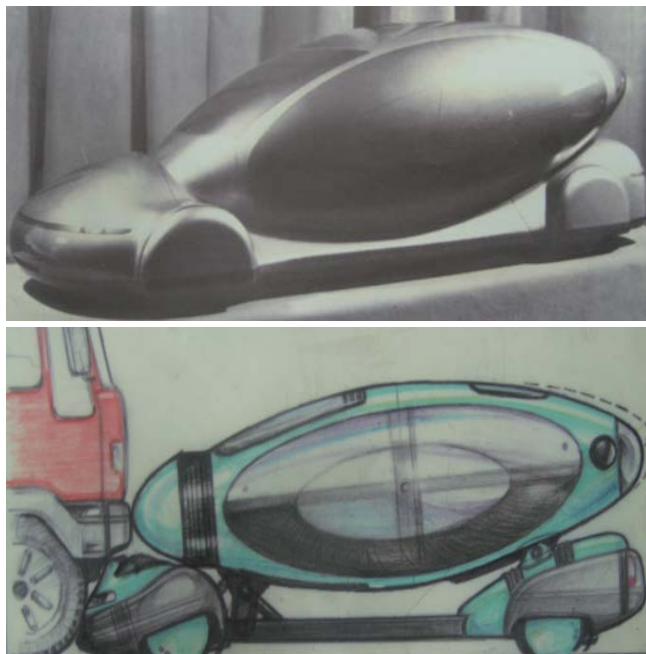


Рис. 73. Концепт-кар ВАЗа «МИФ». 1983-1989 гг. Семейство автомобилей крупномодульной конструкции (для оперативной смены типа кузова, привода и повышенной безопасности). Автор С. Зайцев

Эта модель в виде маломасштабного макета была экспонирована в 1989 году на выставке в Москве «Футуродизайн-89». Уровень новизны формы и конструкции запатентован и получены свидетельства на промышленный образец и изобретение в 1992 году (рис. 74).

В 2005 году на базе студенческого конструкторского бюро Тольяттинского государственного университета при кафедре «Автомобили и тракторы» студентами и преподавателями была начата разработка проекта принципиально нового (пока концептуального) двухместного комфортабельного особокомпактного (длиной 2,3 метра) автомобиля для городов-мегаполисов (рис. 75).

Данная тема находится ещё на экспериментально-исследовательской стадии и не затрагивает пока интересы отечественной автомобильной промышленности, поэтому должна быть отнесена к концептуальному направлению.

Исследования в настоящее время проводятся по конструкции автомобиля, эргономике, безопасности и, конечно, по дизайну. Разработаны концептуальные варианты формы для различных групп потребителей. Они были представлены в 2006 году на двух выставках в Москве и получили награды. Одновременно были проведены начальные маркетинговые исследования о возможной потребности в будущем данного, не существующего пока, класса автомобилей и конкретно по направлению более востребованных вариантов дизайн-формы (для групп мужчин и женщин, а также возможных возрастных и социальных предпочтений).

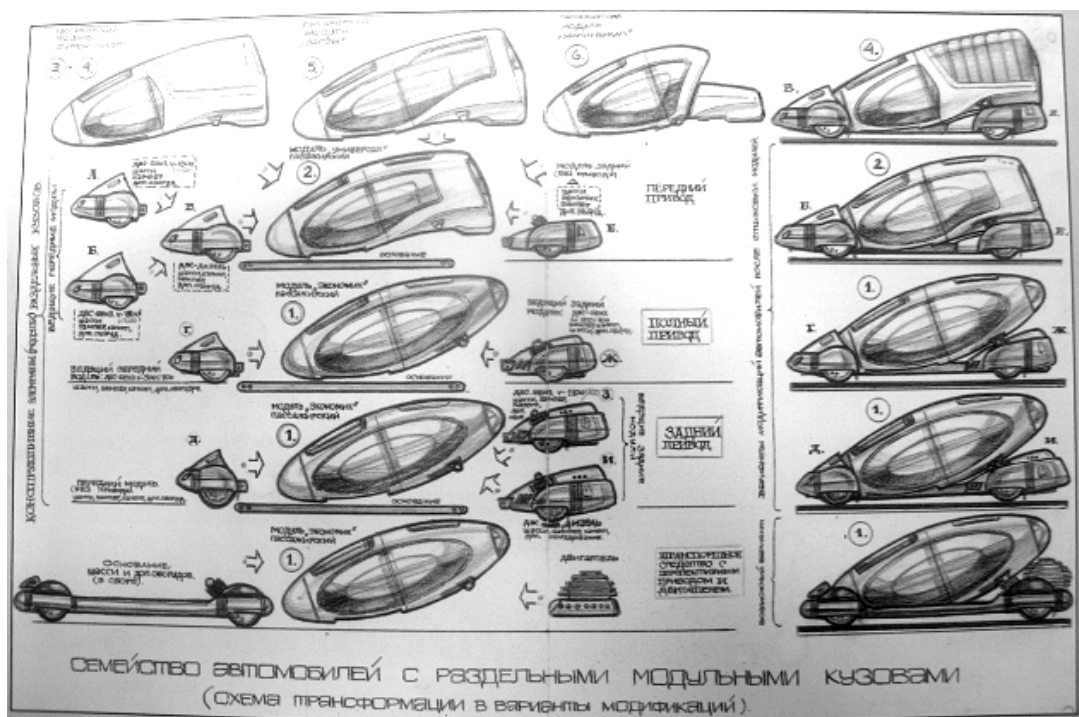


Рис. 74. Возможные модификации концепт-кара «МИФ»



Рис. 75. Маломасштабные модели двухместного особocomпактного городского автомобиля, разработанные студентами ТГУ в СКБ кафедры «Автомобили и тракторы»

В настоящее время разрабатывается вариант данного микроавтомобиля с отдельной капсульной конструкцией кузова для резкого повышения уровня безопасности автомобилей этого класса, а также возможной широкой трансформации формы и конструкции в дальнейшем.

Известный отечественный автомобильный дизайнер и конструктор-исследователь Ю.А. Долматовский сказал: «Сто лет – немалый срок. Если в его пределах наблюдаются закономерности, то наверняка сохранятся надолго... Почти всегда получается так, что предсказания, полученные экстраполяцией, на основе анализа потребностей и по результатам изучения новейших достижений техники, совпадают или очень близки. ... Сложившаяся в конце XX века ситуация заставила социологов, экономистов, плановиков, дизайнеров, инженеров исследовать возможность замены автомобиля в зримом будущем. Исследования убедительно показали, что автомобилю предстоит ещё долгое существование, но он претерпит существенные изменения.» (рис. 76).

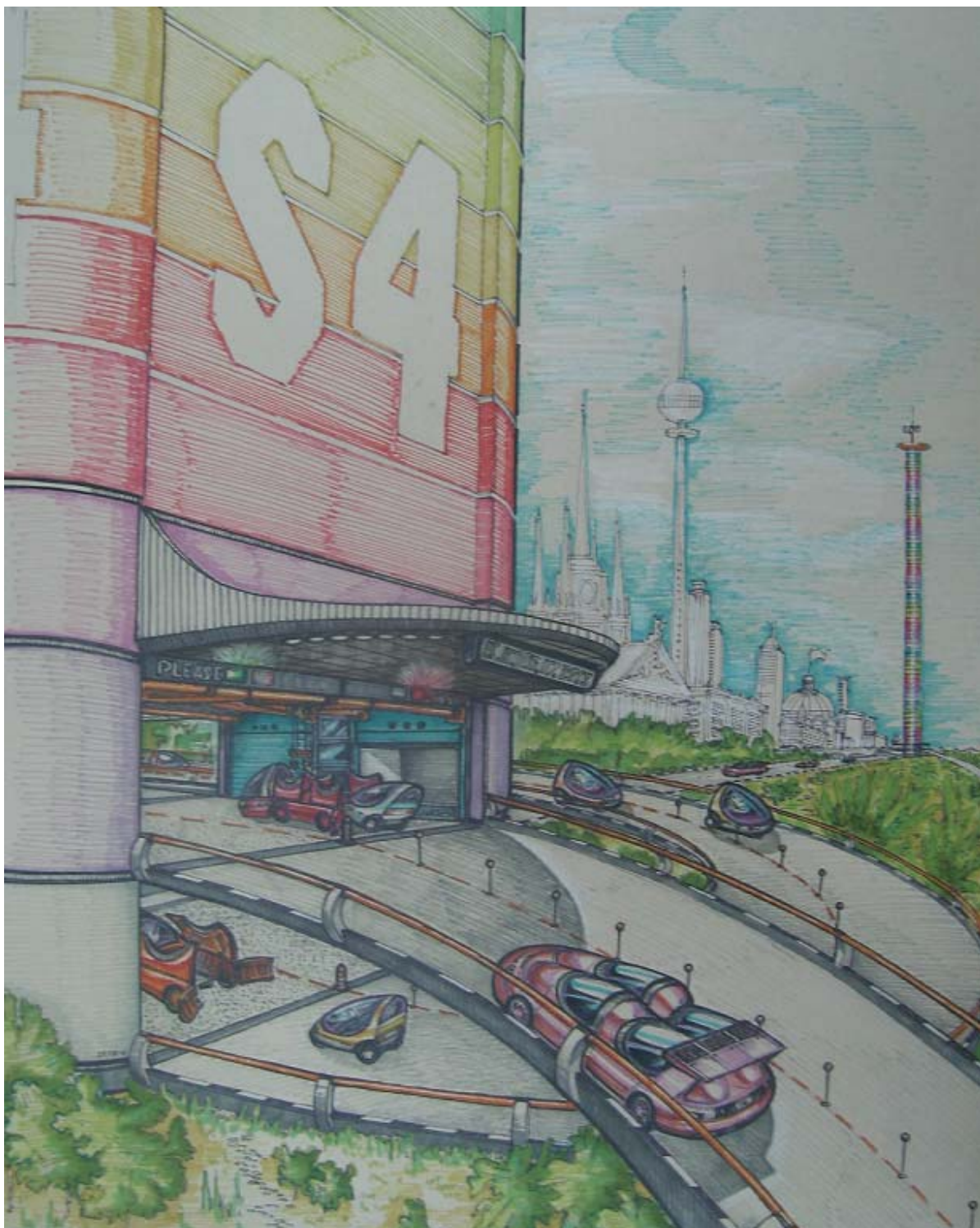


Рис. 76. Прогнозная концепция внедрения индивидуальных электромобилей в экологически чистый центр города будущего (на границе центра – кольцевой магистрали создана сеть высотных стоянок для платформ-носителей с гибридными двигателями для транспортировки индивидуальных электромобилей, от двух и более? из пригородов и окружающих поселений). Начало 1990-х гг. Автор С. Зайцев. (Прогноз до 2013–15 гг.)

3. ОСНОВЫ АВТОМОБИЛЬНОЙ АЭРОДИНАМИКИ

3.1. Основные понятия и определения. Цель и задачи

Автомобильная аэродинамика – прикладная экспериментальная наука, исследующая реальные параметры взаимодействия поверхности кузова автомобиля с потоком воздуха на границе двух сфер – воздушной и поверхности земли (дороги), одно из нескольких специальных направлений аэродинамики.

Аэродинамика (от *аэро...* и греч. *dynamis* – сила) – раздел аэромеханики, изучающий законы движения газообразной среды и её силовое взаимодействие с движущимися в ней обтекаемыми твёрдыми телами. Является теоретической основой авиации, метеорологии.

Основные задачи, решаемые аэродинамикой? – определение подъёмной силы и силы сопротивления, распределение давления и направления струй (потоков) на поверхности твёрдых тел, находящихся в воздушном потоке.

Основные параметры автомобильной аэродинамики – сила сопротивления воздуха (аэродинамическое сопротивление), статическое давление воздушного потока на поверхность (локальное и значительной части поверхности кузова) и практическое взаимодействие потока (обтекаемость) с отдельными частями поверхности кузова.

Цель автомобильной аэродинамики – при помощи методов и средств автомобильной аэродинамики повысить потребительские качества автомобиля: управляемость, топливную экономичность, уровень загрязнения поверхности кузова, вентиляци. салона и уровень шума.

Задачи автомобильной аэродинамики – изучение сил и моментов, влияющих: 1) на потребляемую мощность; 2) курсовую устойчивость; 3) исключение загрязнения и скапливания дождевой воды на стёклах и светотехнике автомобиля, боковых поверхностях кузова, расположенных за арками колёс и задней части кузова; 4) уменьшение аэродинамического шума; 5) практическое исключение отрыва щёток стеклоочистителя от очищаемой поверхности стекла; 6) организацию эффективного охлаждения масляного поддона двигателя и колёсных тормозных механизмов.

Движение автомобиля сопровождается многочисленными процессами взаимодействия с окружающим его воздухом. Эти процессы можно объединить в три группы: обтекание внешней поверхности автомобиля; потоки внутри кузова; потоки внутри агрегатов.

Процессы, объединенные в две первые группы, тесно связаны друг с другом, так например, поле скоростей потока в моторном отсеке непосредственно зависит от поля обтекания внешней поверхности автомобиля. Оба поля должны рассматриваться совместно, оба они являются объектом изучения автомобильной аэродинамики. Потоки внутри двигателя и трансмиссии, напротив, не связаны с механикой работы этих агрегатов. Такие потоки не относятся к аэродинамике автомобиля.

Обтекание внешним потоком воздуха приводит к возникновению сил и моментов, которые весьма существенно влияют на потребляемую мощность и курсовую устойчивость (управляемость) автомобиля.

3.2. Аэродинамическое сопротивление автомобиля

Сопротивление воздуха W , а также другие компоненты результирующей аэродинамической *силы* и их моменты возрастают в квадратичной зависимости от скорости движения автомобиля:

$$W \sim V^2.$$

Для легкового автомобиля среднего класса доля сопротивления воздуха в суммарном сопротивлении при скорости $V = 100$ км/ч составляет уже 75-80 %. Следовательно, уменьшая сопротивление воздуха, можно значительно улучшить экономические показатели автомобиля. Поэтому главная задача аэродинамики автомобиля – уменьшение сопротивления воздуха до минимально возможного значения, независимо от того, является ли целью проектирования повышение максимальной скорости или снижение расхода топлива.

Уравнение для силы сопротивления воздуха в полном виде:

$$W = C_x A (\rho/2)V^2,$$

где C_x – коэффициент аэродинамического сопротивления (безразмерная величина); A – площадь проекции автомобиля на плоскость, перпендикулярную к его продольной оси; ρ – плотность окружающего автомобиль воздуха (потока).

Таким образом, аэродинамическое сопротивление автомобиля W , с одной стороны, определяется габаритными размерами автомобиля, выраженными в виде площади фронтальной проекции A , а с другой стороны, его *формой*, аэродинамическое качество которой определяется коэффициентом аэродинамического сопротивления C_x .

Сравнивая потоки в сечении перед автомобилем с потоком над крышей автомобиля, можно получить представление о действующей на него подъёмной силе. По разности давления над крышей и под днищем автомобиля можно вычислить приложенную в плоскости симметрии перпендикулярно направлению движения силу, которая называется подъёмной силой. Как правило, подъёмная сила действует вверх, т. е. она стремится приподнять автомобиль и тем самым уменьшить эффективные нагрузки на колёса. Эта сила связана с продольным аэродинамическим моментом (так называемым моментом галопирования), который приводит к тому, что уменьшение нагрузок на колёса передней и задней оси различно. В области скоростей менее 150 км/ч подъёмная сила и продольный аэродинамический момент мало влияют на качества управления движением, что верно и при боковом ветре.

Состояние потока в задней части кузова автомобиля, благодаря данным о вихревом следе и закручивании потока за автомобилем, сильно влияет на силу сопротивления воздуха. Значительное недостаточное давление воздуха в данной части кузова (до отрицательных значений) играет важную роль в оптимизации потока задней части автомобиля.

3.3. Суммарное аэродинамическое сопротивление автомобиля

Для проведения более эффективных исследований суммарное аэродинамическое сопротивление автомобиля делится на пять *составляющих* (основных частей): 1) сопротивление формы; 2) индуктивное сопротивление; 3) поверхностное сопротивление; 4) интерференционное сопротивление; 5) сопротивление внутренних потоков.

Сопротивление формы автомобиля (рис. 77) зависит непосредственно от конфигурации автомобиля. Основные линии контура формы кузова и характеристики поверхности влияют на плавность (оптимальность) его обтекания воздухом и на степень разруше-

ния воздушного потока при различных изменениях формы поверхности. Таким образом, форма кузова непосредственно влияет на распределение аэродинамических нагрузок по кузову, перпендикулярных его поверхности. Суммирование проекций данных нагрузок на направление движения даёт силу сопротивления формы исследуемого автомобиля.

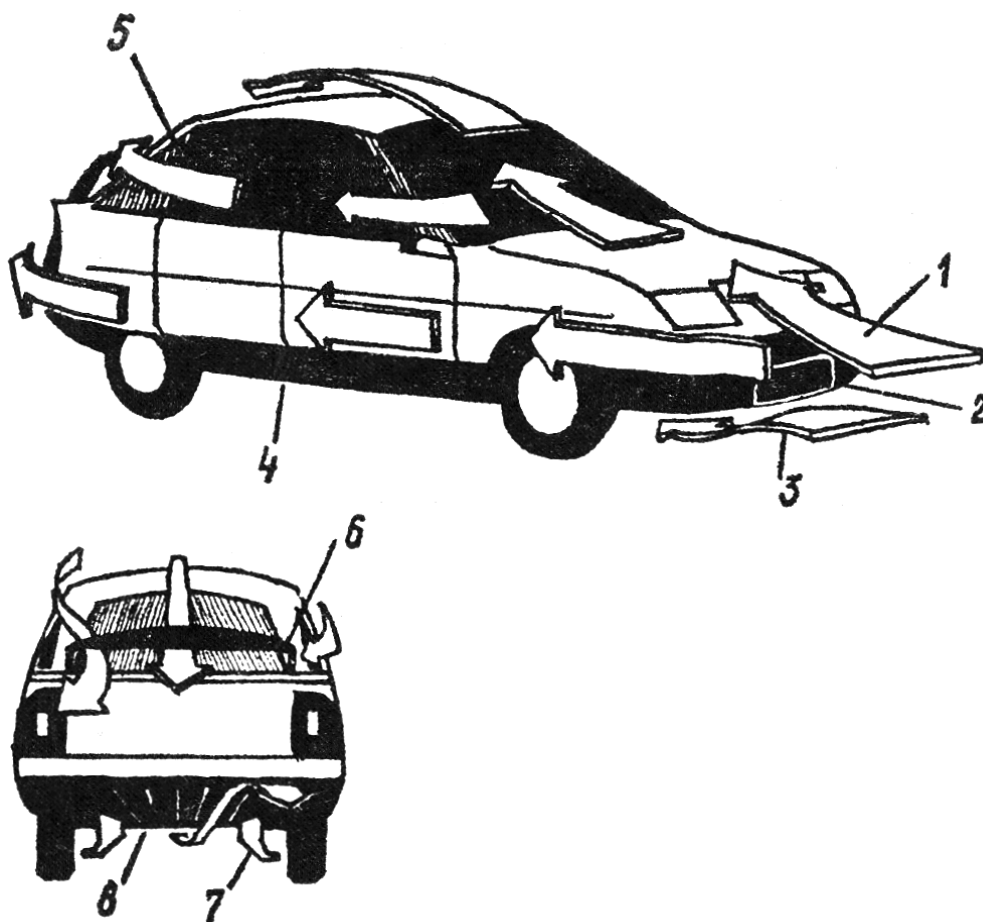
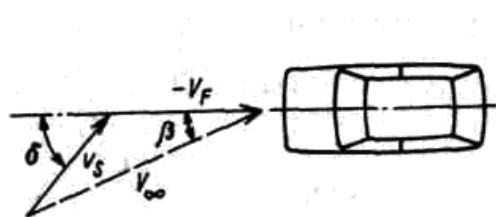


Рис. 77. Схема потоков воздуха, действующих на поверхность легкового автомобиля:

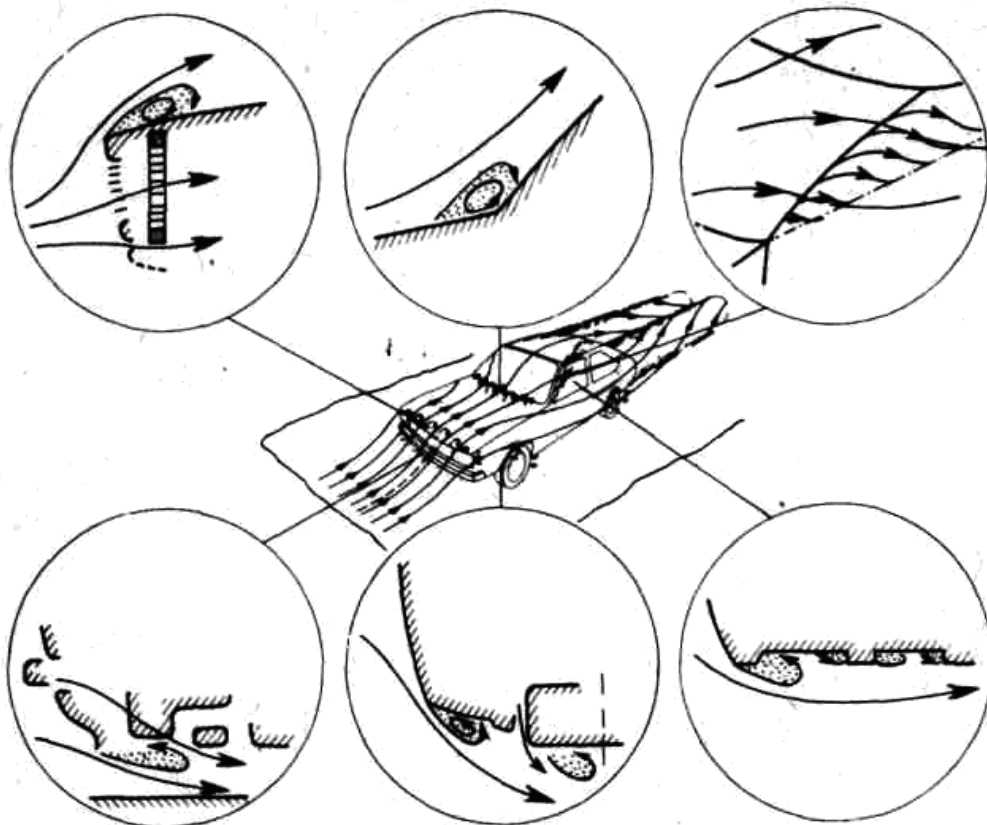
1 – основной воздушный поток; 2 – точка остановки потока. Такое её расположение минимизирует поток воздуха под автомобилем – 3; 4 – гладкое второе днище. Покрывает 80-90% нижней части кузова; 5 – плавный переход между боковыми и задней плоскостями. Уменьшает турбулентность обтекающего потока; 6 – “перевернутое крыло”. Препятствует образованию вихрей; 7 – щитки. Уменьшают влияние турбулентности от вращающихся колес; 8 – диффузор. Уменьшает турбулентность

Индуктивное сопротивление создаётся подъёмной силой, возникающей при движении автомобиля. Величина подъёмной силы зависит от основных геометрических параметров кузова. На образование подъёмной силы и связанного с ней индуктивного сопротивления расходуется часть кинетической энергии автомобиля.

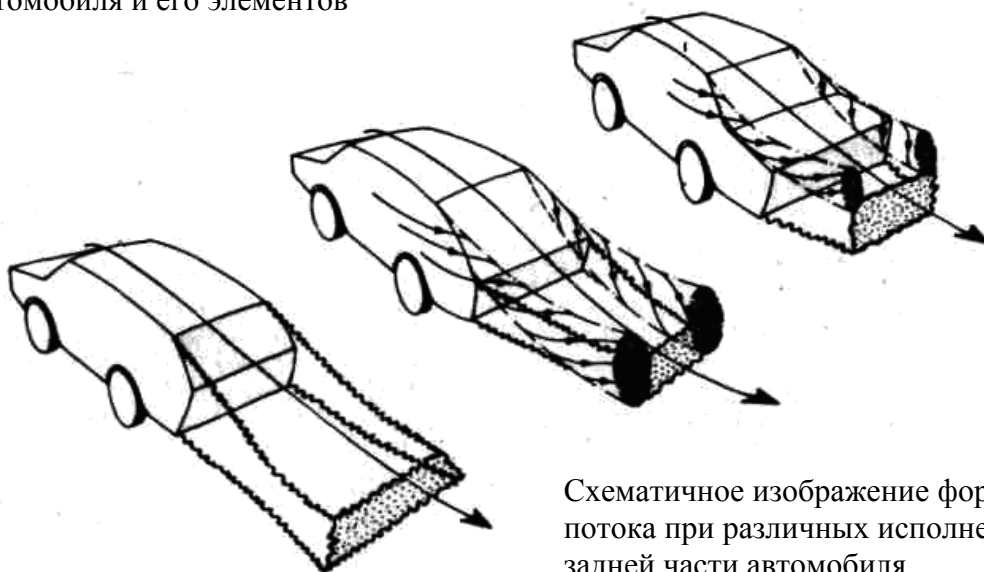
Поверхностное сопротивление является сопротивлением трения частиц воздуха, движущихся по касательной к поверхности кузова (рис. 78). Это трение обусловлено вязкостью воздуха и происходит в тонком слое замедляющегося вблизи поверхности воздуха, называемом пограничным слоем. Поверхностное сопротивление возрастает с увеличением внешней, обдуваемой воздушным потоком поверхности автомобиля.



Треугольник скоростей, образованный векторами скорости движения автомобиля V_F и скорости v_s естественного атмосферного бокового ветра



Схемы обтекания передка легкового автомобиля и его элементов



Схематичное изображение формы потока при различных исполнениях задней части автомобиля

Рис. 78. Примеры взаимодействия различных частей поверхности формы легкового автомобиля с воздушным потоком

Интерференционное сопротивление автомобиля вызывается наличием различных выступающих деталей на поверхности кузова. Эти элементы взаимодействуют с основным воздушным потоком и создают в нём существенные возмущения, в результате чего сила сопротивления возрастает на величину, которая может значительно превышать силу сопротивления этих элементов, если бы они обтекались отдельно от кузова со скоростью, равной скорости автомобиля.

Сопротивление внутренних потоков представляет собой сумму всех потерь энергии на входах и выходах воздуха тех систем автомобиля, которые обдуваются принудительно или естественно.

Сопротивление формы и индуктивное сопротивление (оба вида сопротивления зависят от основных параметров, характеризующих форму кузова) составляют 62 % суммарного сопротивления, что указывает на важную роль дизайнера в получении оптимальных аэродинамических характеристик создаваемого автомобиля. За остальные 38 % аэродинамического сопротивления ответственность несёт конструктор кузова, разрабатывающий всё внутреннее и внешнее оборудование (оформление). Сотрудничество дизайнера с конструктором кузова и влияние, которое оказывает инженер-конструктор на основную форму кузова, увеличивает долю его ответственности за аэродинамические качества автомобиля.

3.4. Обзор исторического развития автомобильной аэродинамики

Уже более 70 лет в более чем девяти странах проводят исследования взаимодействия поверхности кузова автомобиля с воздушным потоком. В самом начале зарождения аэродинамики пришли к заключению, что для получения экспериментальных данных движение тела необходимо заменить движением воздуха относительно тела.

Этот принцип был реализован при создании аэродинамической трубы.

Аэродинамические трубы, первоначально построенные для исследования аэродинамики самолётов, со временем стали также использоваться для исследования моделей автомобилей. Некоторые трубы были построены специально для колёсных транспортных средств. Ранее проводились испытания и с установкой автомобилей на железнодорожной движущейся платформе. Недостатком такого метода было влияние погодных условий, а достоинством – полное моделирование влияния дороги.

Во Франции в 1890-х годах был впервые использован дымовой поток. Со временем экспериментальные аэродинамические исследования становились для всех стран-участников более общими. Исходя из возможностей конкретных аэродинамических труб и существующего оборудования исследования приобретали местные особенности и традиции.

В 20-е годы аэродинамические исследования в автомобильной культуре стали более значительными. Хорошо известен автомобиль 1921–1924 гг. немецкого конструктора-исследователя Э. Румплера «Тропфенваген».

В плане форма автомобиля напоминала каплю, идею которой он заложил основываясь на интуиции и на опыте формообразования в самолётостроении. Исследования проводились в аэродинамической трубе фирмы «Фольксваген».

Аэродинамические исследования в это же время проводились Клемперером, Бугатти, Джереем, Брелем, Конрадом и многими другими экспериментальными исследователями. Большая часть исследований проводилась в Германии, где после мировой войны было запрещено самолётостроение, осталось много бездействующего оборудования для их испытаний, а также в Италии и других странах.

Периодизация аэродинамических исследований в мировой автомобильной культуре следующая: начальный этап – заимствование формы из других областей техники – 1900–1930-е годы; обтекаемые формы – 1) 1921–1923 гг., 2) 1922–1939 гг., 3) 1934–1939 гг., 4) 1955 г.; оптимизация формы – с 1974 г. (рис. 79).


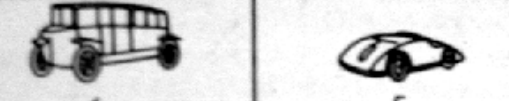

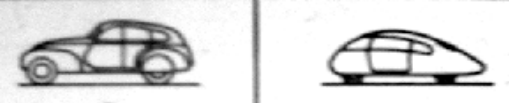
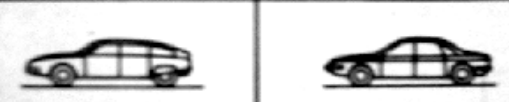
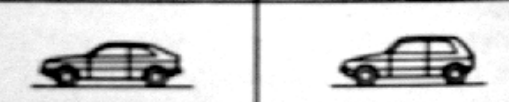
Основные формы, заимствованные из других областей техники	1900–1930 гг.	 1 2 3
Обтекаемые формы	1921–1923 гг.	 4 5
	1922–1939 гг.	 6
	1934–1939 гг.	 7 8
	С 1955 г.	 9 10
Оптимизация формы	С 1974 г.	 11 12

Рис. 79. Периоды развития автомобильной аэродинамики

Можно перечислить некоторые экспериментальные модели, значительно повлиявшие на формообразование МЛА и ставшие в той или иной мере причиной рождения стиля «стремлинг»: седан Клаво (1927), «идеальная форма автомобиля» Рейда (1934), США, Франция; «Адлер-Триумф» (1934–35) и автомобиль Кама (1938–1939), Германия; «Татра 87V8» (1937) и «Татра тип 87» (1940), Чехословакия (рис. 42).

3.5. Методика аэродинамических исследований

Аэродинамическая труба – установка, создающая поток воздуха или газа для экспериментального изучения явлений, сопровождающих обтекание тел (кузовов автомобилей или самолётов). Исследования проводятся на моделях (маломасштабных или в натуральную величину) и действующих образцах. На моделях для исследования проводятся работы начально-поисковые и оптимизирующие, с действующими образцами – окончательная доводка и получение эталонных сравнительных данных по форме модели.

С начала XX века аэродинамические трубы строились по различным конструктивным схемам: типичную конструкцию немецкой аэродинамической трубы часто называют «геттингентского типа», другие типы труб называют «французской трубой» и «английской трубой».

Испытания в аэродинамической трубе очень полезны на начальной стадии проектирования при выборе формы модели и исследовании характера её обтекания. На моделях легко вносить любые изменения формы.

Измерение сил и моментов

Одной из важнейших задач при испытаниях в аэродинамической трубе является измерение аэродинамических сил и моментов, действующих на автомобиль при обтекании его потоком воздуха. К ним относятся сила сопротивления воздуха, боковая сила, продольный аэродинамический момент (момент галопирования), поперечный аэродинамический момент (момент крена) и поворачивающий аэродинамический момент (момент рыскания).

Система координат при измерениях аэродинамических сил и моментов. Для однозначного определения названных выше трёх сил и трёх моментов необходима однозначно установленная система координат. До сих пор она не унифицирована, поэтому при сравнении результатов измерений друг с другом из-за различных систем отсчёта могут возникнуть ошибки.

Аэродинамические весы. Для измерения трёх сил и трёх моментов нужны шестикомпонентные весы. Если поток набегаёт на автомобиль строго в направлении его продольной оси, то достаточно измерить силу сопротивления воздуха, продольный момент и подъёмную силу. Для таких измерений можно использовать трёхкомпонентные весы.

Разложение аэродинамических сил. Для отдельного определения каждой из трёх сил и каждого из трёх моментов измеряемые параметры соответствующим образом разлагаются. В зависимости от конструкции весов это происходит по-разному.

Измерение сил может осуществляться чисто механически, при этом за основу берётся принцип коромысла. Если измеряемые силы с помощью рычагов передаются на динамометрические датчики, то речь идёт об электромеханических весах или электронных.

Измерение давления

При испытаниях в аэродинамической трубе возникает необходимость измерения статического давления свободного потока воздуха или коэффициента статического давления на поверхности кузова (тела).

Насадки для измерения давления. Измерение статического и полного давления в свободном потоке в простейшем случае можно осуществлять с помощью гидрометрической трубки. При использовании её следует обращать внимание на то, чтобы приёмная носовая часть трубки была параллельна направлению потока и чтобы он в зоне измерения не имел завихрений.

Приборы для измерения давления. Измерительные насадки, как правило. С помощью пластмассовых трубок соединяются с приборами для измерения давления. Очень часто значения измеряемых давлений очень малы (от 10 до 1000 Н/м² в кв./). Для измерения колебаний статического давления в отдельных местах кузова применяют пьезоэлектрический датчик давления, который можно установить непосредственно в конкретном месте измерения.

Исследования, связанные с распределением давления по отдельным поверхностям кузова, требуют проведения замеров статического давления во многих точках поверхности кузова. В этом случае точки измерения давления последовательно подключаются к измерительному устройству.

Измерение скорости

Точное измерение скорости потока в аэродинамической трубе имеет важное значение для правильного проведения испытаний. Кроме того, возникает необходимость измерения скорости воздуха вокруг автомобиля, в салоне, или степени турбулентности. Для измерения скорости потока в аэродинамической трубе может использоваться гидрометрическая трубка в сопле. Другой способ определения скорости потока заключается в измерении статического давления в двух точках аэродинамической трубы.

Измерение скорости воздуха. В процессе испытаний в аэродинамической трубе может возникнуть необходимость измерения скорости воздуха в определённых местах – внутри автомобиля или вне его. Если скорости, которые необходимо замерить, малы (менее 10 км/ч), то приближённое их значение можно измерить с помощью гидрометрической трубки. Другими устройствами также могут быть крыльчатый анемометр и термоанемометр.

В аэродинамических трубах измеряются также температура, расход воздуха и некоторые другие.

Визуализация воздушных потоков

Главной целью обычных испытаний, проводимых в аэродинамической трубе, является измерение аэродинамических сил, действующих на тело. Однако полное исследование аэродинамических характеристик не может быть ограничено только измерениями сил. Для глубокого понимания происходящих процессов должна быть проведена визуализация картины обтекания тела воздушным потоком.

Методы визуализации воздушного обтекания можно условно разделить на две группы:

1) методы, основанные на применении ворсинок и масляных плёнок, используемые для исследования течения в пограничном слое. При использовании этих методов не требуется специального оборудования. Достаточно обычных аэродинамических труб;

2) методы испытаний в гидробассейнах и дымовых аэродинамических трубах, используемые для исследования течений на некотором удалении от поверхности тела. Для визуализации используется часто генератор дыма, в котором керосин сначала испаряется, затем охлаждается и с воздухом через форсунку или ряд форсунок выводится в аэродинамическую трубу.

3.6. Аэродинамические измерительные комплексы (трубы)

Комплексы для аэродинамических исследований разделяются на: аэродинамические трубы, климатические каналы и климатические камеры. Основной их параметр – площадь поперечного сечения потока в рабочей части. По функции – специальные и многоцелевые. Конструкции труб различают как замкнутого типа (для испытаний автомобилей в натуральную величину), так и открытого типа (для испытаний автомобилей на загрязнение поверхности и др.) (рис. 80).

Большие аэродинамические трубы для испытаний автомобилей и моделей в масштабе 1:1 – площадь поперечного сечения потока свыше 30 м². Они могут применяться для испытаний автомобилей-фургонов в натуральную величину. Пример – аэродинамическая труба фирмы «Даймлер Бенц». Эта труба отличается высокой скоростью обдува $V_{max} = 270$ км/ч. В этом случае можно непосредственно изучать изменение положения автомобиля с высокими динамическими качествами вследствие воздействия аэродинамических сил и моментов, а также обратное влияние изменения положения автомобиля на аэроклима-

тические характеристики. Труба концерна «Фольксваген» имеет ограничение скорости обдува 180 км/ч, что вполне удовлетворяет запросы разработчиков легковых автомобилей и небольших автомобилей-фургонов.

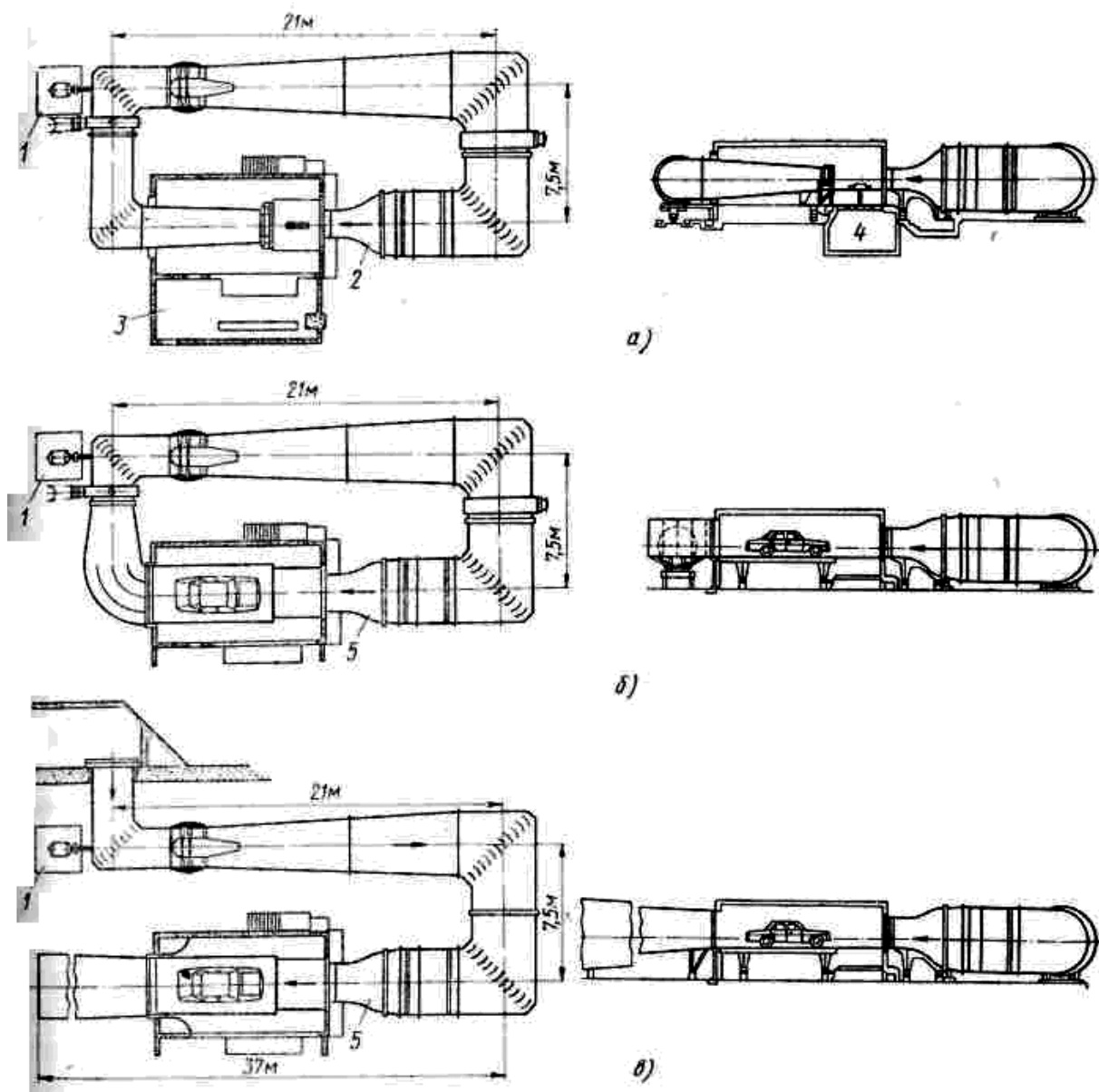


Рис. 80. Конструктивное устройство низкоскоростных аэродинамических труб: а) замкнутого типа для испытаний моделей в масштабе 1:5; б) замкнутого типа для испытаний автомобилей в натуральную величину; в) открытого типа для испытаний автомобилей на загрязнение поверхности; 1 — электродвигатель мощностью 208 кВт; 2 — сопло (площадь 1,6 м², скорость 280 км/ч; 3 — комната управления; 4 — шестикомпонентные аэродинамические весы; 5 — сопло (площадь 3,2 м², скорость 135 км/ч)

Малые аэродинамические трубы для испытаний автомобилей и моделей в масштабе 1:1 — с площадью поперечного сечения потока от 15 до 25 м². Пример — труба фирмы «Пининфарина» в г. Турине. Эта труба является наглядным примером конструкции Эйфеля с обратным возвратом воздуха через измерительный зал, имеющий такую форму, что возврат потока происходит почти без потерь.

Аэродинамические трубы для исследований моделей уменьшенных масштабов — имеют площадь сечения потока до 1 м². Таких конструкций гораздо больше, чем больших и малых труб для исследований в масштабе 1:1, так как сооружение испытательных устройств такого типа не сопряжено со слишком высокими затратами. Например, фирма «Исуцу Моторс» эксплуатирует дымовой канал поперечного сечения 1 м², который позволяет увидеть трёхмерные процессы взаимодействия потока и поверхности автомобиля. Фирма «Ниссан» располагает дымовым каналом, который используется преимущественно для исследований двумерных воздушных потоков.

Большое число испытательных установок, предназначенных для решения задач автомобильной аэродинамики, свидетельствуют о том, какое весомое значение имеет эта дисциплина для автомобильной техники. Мировой автомобильный парк отличается большим разнообразием автомобилей по форме и размерам.

В силу того что всё большее внимание уделяется снижению расхода топлива, на первый план выходит задача по снижению аэродинамического сопротивления. Проблема в том, что при одинаковых неоткорректированных данных, полученных в различных трубах, получаются различные коэффициенты C_x . Благодаря разработке и согласованию обязательных поправочных коэффициентов аэродинамических труб можно преодолеть это положение, затрудняющее работу специалистов по аэродинамике автомобиля.

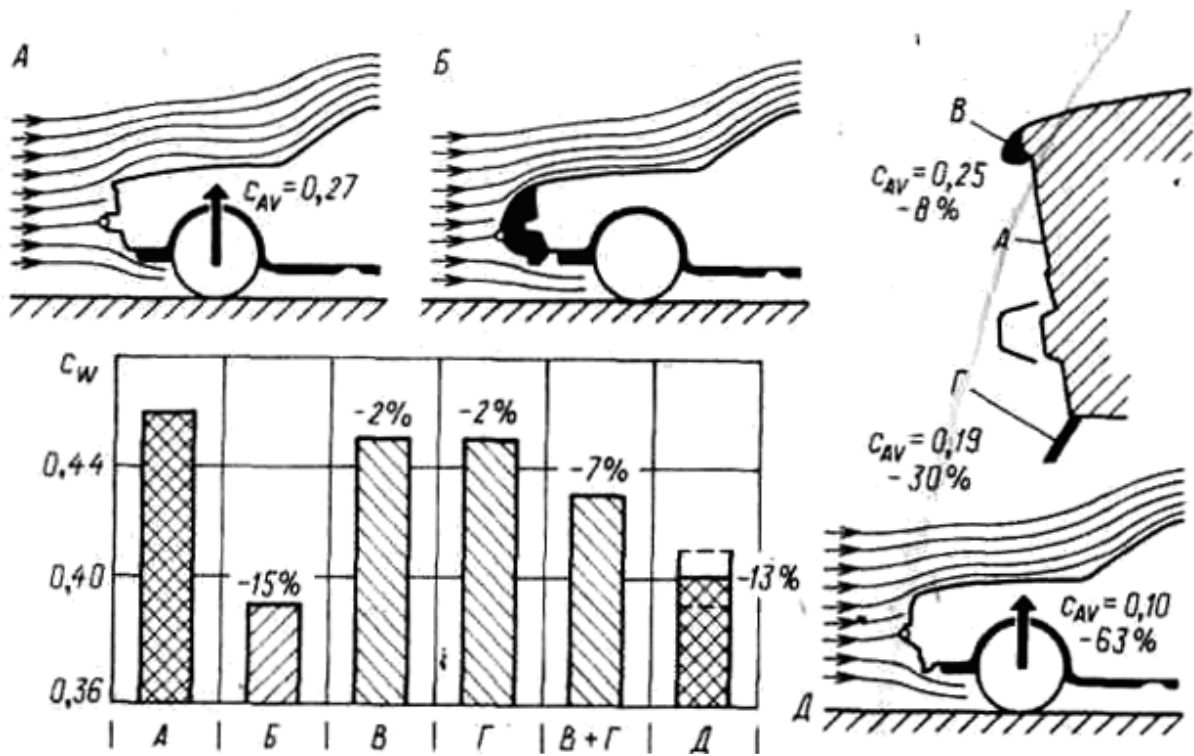
3.7. Аэродинамические исследования отдельных частей поверхности формы автомобиля

Передняя часть автомобиля (рис. 81). Работу по снижению аэродинамического сопротивления автомобиля всегда рекомендуют начинать с передней части кузова, а затем переходить к остальным элементам кузова в последовательности, соответствующей направлению перемещения потока. Благодаря такому подходу учитывается основная часть интерференции полей потоков. К сожалению, в этом случае не принимается во внимание обратное влияние проводимых в направлении перемещения потока мероприятий на поля предшествующих участков кузова, оно учитывается на втором этапе работ.

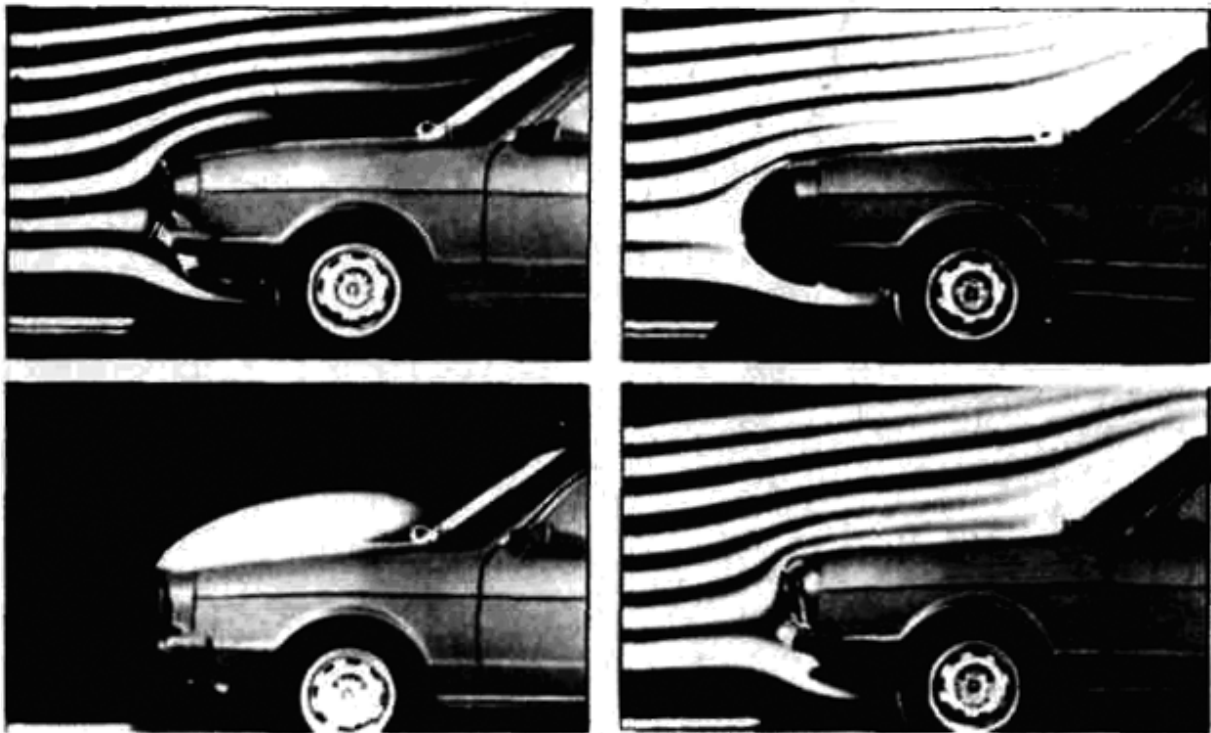
Передняя часть автомобиля имеет огромное значение для оптимизации аэродинамических качеств модели автомобиля: именно в передней части происходит разделение воздушного потока на отдельные составляющие (верхнюю, симметричные боковые и нижнюю), от отношения между которыми во многом зависит управляемость автомобиля. Здесь же происходит забор воздушных потоков внутреннего подкапотного пространства для охлаждения двигателя и тормозов передней оси.

Для того чтобы определить максимально возможное снижение аэродинамического сопротивления при оптимизации конструкции и формы передней части, сначала устанавливают дополнительную навесную переднюю секцию в целях улучшения обтекания. При этом учитываются только аэродинамические требования и не обращается внимание на внешний вид. Эта навесная секция может быть выполнена из отдельных подсекций, чтобы можно было отделить влияние верхней части капота от влияния участков переходов к крыльям.

Коэффициент аэродинамического сопротивления, полученный с помощью этой передней секции, представляет собой предельное значение, которое можно получить путём варьирования формы передней части данного автомобиля. Такая передняя часть называется оптимальной.



Разработка передка автомобиля «Фольксваген Пассат» (1978):
 А – серийный «Пассат» (1977 модельный год); Б – «оптимальный передок»;
 В – вариант формы передка



Обтекание передка автомобиля «Фольксваген Пассат»:
 слева – 1977 модельный год; справа – 1978 модельный год

Рис. 81. Взаимодействие передней части поверхности кузова с воздушным потоком.
 Визуализация цветным дымом

Работа с выбранной «оптимальной передней частью» имеет дополнительные преимущества, которые заключаются в том, что другие части автомобиля (например, форма задней части) могут быть исследованы до того, как будет найдено удовлетворительное решение по дизайну и конструкции для передней части данного автомобиля.

Разработка формы и конструкции решётки радиатора и переднего бампера должна быть выполнена как неотъемлемый элемент передней части. На автомобилях с коротким капотом двигателя передняя часть влияет не только на аэродинамическое сопротивление, но и на давление, создаваемое перед ветровым стеклом, от которого зависит поступление свежего воздуха в систему кондиционирования (обогрева и вентиляции).

Задняя часть автомобиля. Схема обтекания задней части автомобиля определяется режимом обтекания передней части и ветрового стекла, а также общими размерами автомобиля. Более того, на трёхмерный характер обтекания задней части автомобиля оказывают влияние детали конструкции и формы этой части. При подъёме верхней поверхности задней части автомобиля на высоту 100–150 мм C_x по сравнению с коэффициентом сопротивления исходной формы снижается на 8 %. Дальнейший подъём задней части приводит к тому, что кузов автомобиля принимает форму универсала.

При определении влияния подъёма крышки багажника испытания проводятся без изменения формы боковых панелей, в результате чего характер обтекания задней части почти не меняется. Сужение боковых сторон задней части проводится поэтапно: исходная форма на первом этапе рассматривается без сужения. В процессе сужения боковых стенок высота расположения крышки багажника остаётся неизменной. При сужении боковых стенок до 50 мм аэродинамическое сопротивление снижается на 5 %, а в диапазоне сужения 75–120 мм происходит резкое снижение коэффициента C_x – около 13 %. При дальнейшем сужении обеих боковых сторон до значения 200 мм аэродинамические качества не меняются.

Влияние угла наклона верхней поверхности кузова автомобиля с обтекаемой пологой задней частью. Обтекаемой считается такая задняя часть, у которой линия отрыва верхнего потока расположена возле нижнего заднего основания наклонной панели. Заднее стекло, которое является частью наклонной панели, находится в области присоединённого потока и поэтому не загрязняется. Наоборот, у круто срезанной задней части линия отрыва потока находится на уровне крыши. Вся задняя часть автомобиля, включая заднее стекло, лежит в области сорванного потока, в результате чего грязь в зависимости от вида задней части кузова и схемы течения в вихревой струе в той или иной степени откладывается на стекле.

Для регулирования потока задней части применяются спойлеры: верхний и нижний (на кромке окончания плоскости заднего стекла). Нижний спойлер отсекает верхний поток от нижнего и уменьшает (при правильной доводке) C_x до 3 %, а коэффициент подъёмной силы может быть уменьшен (при помощи и верхнего спойлера) до 15 %. Для дополнительной очистки заднего стекла применяются отклоняющие часть верхнего потока устройства, которые называются *дефлекторами*. Применяются и боковые дефлекторы.

4. ОСНОВЫ КОНСТРУКТИВНОЙ ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. Основные понятия и определения

Основная цель автомобилизации – построение транспортного процесса, который должен быть максимально эффективным и безопасным при перевозках пассажиров и грузов. На формирование и течение автотранспортного процесса и его безопасность влияют пять основных факторов: социальный, технический, экономический, психофизиологический и социально-психологический.

Структура безопасности автотранспортного процесса:

- безопасность автомобиля и участников движения, зависящая от состояния автомобиля и участников движения;
- безопасность дорожного движения, зависящая от оптимальной организации управления, наличия дорожных знаков и законов;
- безопасность автомобильных дорог, зависящая от технического состояния и обустройства, освещённости, системы сигнализации и оповещения, обслуживания в пути и др.

Проблема безопасности автомобильного транспорта включает четыре основных аспекта: безопасность дорожного движения, безопасность транспортных средств, безопасность участников движения и безопасность грузов. Безопасность транспортного средства – одна из наиболее важных в системе «автомобиль – водитель – дорога».

Безопасный автомобиль – автомобиль, конструктивные элементы и системы которого наиболее полно способствуют предотвращению аварий либо (в случае дорожно-транспортного происшествия) снижают травматизм водителя, пассажиров и пешеходов. Из трёх элементов системы «водитель – автомобиль – дорога» наибольшей потенциальной опасностью обладает транспортное средство (автомобиль). Созданный для передвижения с большой скоростью автомобиль именно в силу своей подвижности, возможности быстро изменять положение на дороге и относительно других объектов, как движущихся, так и неподвижных, представляет собой источник повышенной опасности.

К безопасности (конструктивной) автомобилей предъявляются следующие основные требования: автомобиль должен обладать такими техническими качествами, которые помогут водителю уверенно и надёжно управлять автомобилем с минимальной затратой силы, хорошо ориентироваться в различных дорожных и транспортных ситуациях в любых погодных-климатических условиях; обеспечить сохранность жизни водителю и пассажирам в результате ДТП (экстремальных ситуациях).

В настоящее время устройство транспортных средств должно быть таким, чтобы при наступлении дорожно-транспортного происшествия, когда водитель и пассажиры становятся только пассивными участниками событий и уже не имеют ни времени, ни возможности вмешаться в них, – хотя бы тяжесть последствий ДТП была бы минимальной.

Пассивной конструктивной безопасностью автомобиля называется комплекс элементов, решений и качеств, которые служат этой цели, и являются пассивной безопасностью автомобиля.

4.2. Структура и виды безопасности автомобиля

Конструктивная безопасность автомобиля представляет собой достаточно сложную структуру из следующих аспектов: активной безопасности, пассивной безопасности, послеаварийной безопасности, противоугонной безопасности и экологической безопасности.

Активная безопасность автомобиля – свойство автомобиля предотвращать дорожно-транспортное происшествие (снижать вероятность его возникновения активными действиями: изменением направления движения, торможением и др.). Активная безопасность проявляется в период, соответствующий начальной фазе ДТП, когда водитель с помощью конструктивных возможностей автомобиля (рулевой системы, тормозной системы и др.) ещё в состоянии изменить характер движения автомобиля.

Активная безопасность включает *отказную* безопасность, которая зависит от надёжности функционирования систем автомобиля, и *эксплуатационную* безопасность – зависит от эксплуатационной надёжности функционирования систем автомобиля и от эксплуатационной надёжности функционирования водителя.

Пассивная безопасность автомобиля – свойство автомобиля уменьшать тяжесть последствий ДТП. Пассивная безопасность проявляется в период, когда водитель, несмотря на принятые меры безопасности, не может изменить характер движения автомобиля и предотвратить дорожно-транспортное происшествие (кульминационная фаза ДТП). Различают *внутреннюю пассивную безопасность автомобиля*, снижающую травматизм пассажиров, водителя, влияющую на сохранность груза, перевозимого автомобилем, и *внешнюю пассивную безопасность автомобиля*, которая уменьшает возможность нанесения повреждения другим участникам движения. Иногда применяют понятие «агрессивность» автомобиля как обратное его внешней пассивной безопасности.

Послеаварийная безопасность автомобиля – свойство автомобиля уменьшать тяжесть последствий дорожно-транспортных происшествий после его полной остановки (конечная фаза ДТП). Это свойство автомобиля характеризуется возможностью быстро ликвидировать последствия данного происшествия и предотвращать возникновение новых аварийных ситуаций (пожара, взрыва, затруднительного входа и выхода и т. п.).

Противоугонная безопасность – вид безопасности, определяющий конструктивные средства, препятствующие угону автомобиля, а также запрещающие пользование им лицам, находящимся в нетрезвом состоянии, так как автомобиль является источником повышенной опасности и должно быть исключено неправильное управление им лицами, не имеющими на это прав.

Экологическая безопасность автомобиля – свойство автомобиля, позволяющее уменьшать вред, наносимый участникам движения и окружающей среде в процессе его эксплуатации. Таким образом, экологическая безопасность, проявляющаяся в повседневной работе автомобиля, коренным образом отличается от всех других видов безопасности, которые выявляются в основном при ДТП и угоне.

4.3. Причины и виды дорожно-транспортных происшествий

Неудовлетворительное функционирование одного из элементов системы «автомобиль – водитель – дорога», отсутствие чёткой связи между ними, несоответствие их одного другому, даже частичное, приводит к утрате работоспособности (отказу) всей системы в целом. Отказ всей системы «автомобиль – водитель – дорога» проявляется в снижении интенсивности движения вплоть до полного его прекращения и возникновения *дорожно-транспортного происшествия* (рис. 82).

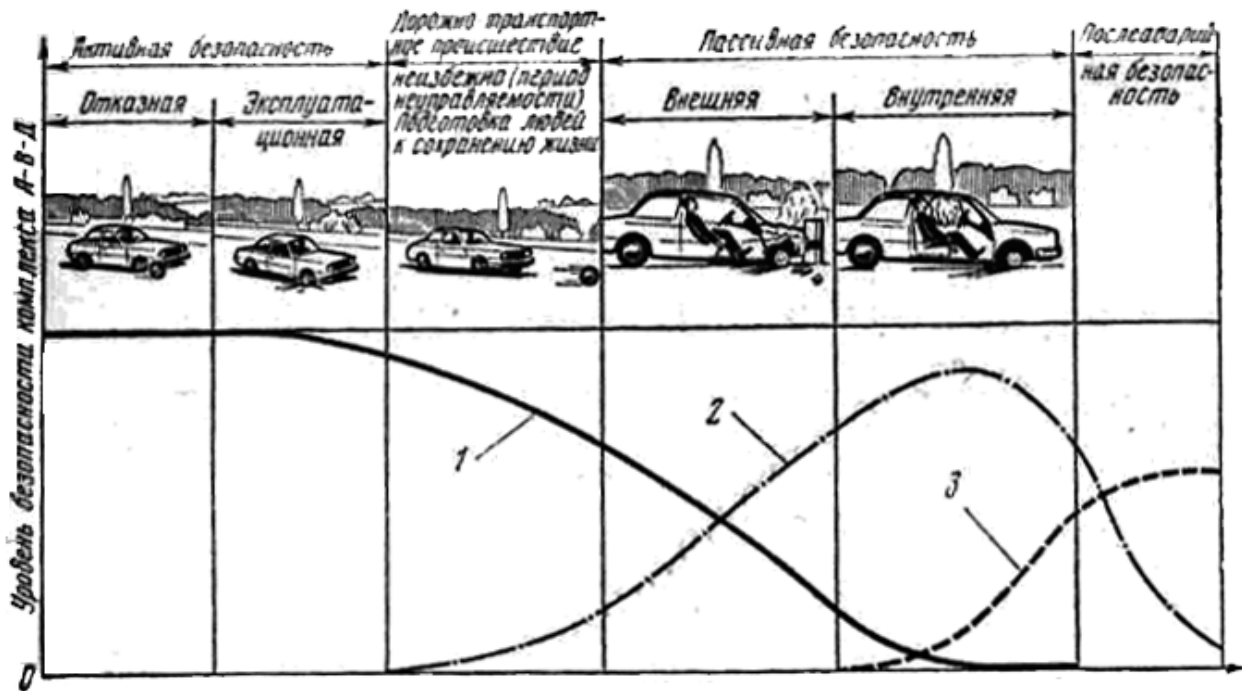


Рис. 82. Фазы дорожно-транспортного происшествия

Дорожно-транспортным происшествием (ДТП) называют событие, возникшее в результате нарушения нормального режима движения транспортного средства (автомобиля, мотоцикла, троллейбуса и т. д.) и повлёкшее за собой смерть или травму людей (увечье, ранение, контузию), повреждение транспортных средств и грузов, искусственных сооружений (зданий, опор связи и освещения, троллейбусных мачт, парапетов и т. п.), зелёных насаждений или нанесённое другой материальный ущерб.

Многие происшествия возникают вследствие того, что требования дорожной обстановки выше возможностей человеческого организма или конструкции транспортного средства. Органы чувств человека надёжно работают лишь в сравнительно узких диапазонах нагрузок. Величины нагрузок, действующих на водителя в сложной дорожной обстановке, часто выходят за пределы этих диапазонов, что осложняет работу водителя и создаёт предпосылки для опасных ситуаций.

Воздействие на водителя дополнительных нагрузок, вызванных недостатками конструкции автомобиля или его неудовлетворительным техническим состоянием, может резко ухудшить качество вождения, а в особенно неблагоприятных случаях привести к аварии. Напротив, удачная конструкция автомобиля, компенсирующая психофизиоло-

гические недостатки человека, может способствовать повышению безопасности дорожного движения.

В каждом дорожно-транспортном происшествии условно можно выделить три фазы: начальную, кульминационную и конечную. Все три фазы неразрывно связаны между собой. Каждая фаза является логическим продолжением предыдущей и, в свою очередь, предопределяет развитие последующей фазы.

Начальная фаза ДТП характеризуется условиями движения автомобиля и пешеходов перед возникновением опасной ситуации. Под опасной ситуацией (обстановкой) понимают такую дорожную ситуацию (обстановку), при которой участники движения должны немедленно принять все имеющиеся в их распоряжении меры для предотвращения происшествия и снижения тяжести его последствий. Если эти меры не приняты или оказались недостаточно эффективными, то в процессе сближения автомобилей и пешеходов опасная обстановка перерастает в аварийную. *Аварийной ситуацией* называют такую дорожную ситуацию, при которой участники движения уже не располагают технической возможностью предотвратить ДТП, и последнее становится неизбежным.

Кульминационная фаза ДТП характеризуется событиями, вызывающими наиболее тяжёлые последствия (разрушение автомобилей, травмирование пешеходов, пассажиров и водителей). Если в ДТП участвует относительно немного автомобилей и пешеходов, то кульминационная фаза продолжается недолго (обычно несколько секунд) и развивается на участке дороги, имеющем небольшую протяжённость. В особенно неблагоприятных случаях, когда в происшествии вовлечены десятки и даже сотни автомобилей (так называемые цепные ДТП), продолжительность кульминационной фазы может составить несколько минут. Соответственно, возрастают и размеры зоны дорожно-транспортного происшествия.

Конечная фаза ДТП следует за кульминационной. Конец её части совпадает с прекращением движения автомобиля. Однако в некоторых случаях, например при возникновении пожара на опрокинувшемся автомобиле, конечная фаза ДТП продолжается и после его остановки.

Виды ДТП. Дорожно-транспортные происшествия подразделяются на столкновения, опрокидывания и падение из автомобиля. Наибольшее количество ДТП – это столкновения. Они классифицируются по тяжести: самым тяжёлым видом является наезд автомобилем на неподвижное препятствие (барьер); далее следуют лобовые столкновения (т. е. столкновения транспортных средств друг с другом), приведённая скорость которых уменьшается по мере того, как направление удара смещается в сторону относительно продольных осей симметрии автомобилей. При возрастании величины смещения увеличивается угловая скорость вращательного движения, получаемого автомобилями в момент столкновения; далее следуют наезды на стоящий автомобиль; наезд на пешеходов; прочие наезды (на гужевую повозку, велосипедистов, животных и др.).

По статистике зарубежных исследований, лобовые столкновения – 56,5%, наезд сзади – 7,8%, взаимное столкновение автомобилей – 43,9% от числа лобовых, столкновение одиночных автомобилей – 12,6%. При скорости движения до 65 км/ч совершается около 50% лобовых соударений.

4.4. Элементы автомобиля, определяющие внешнюю конструктивную пассивную безопасность автомобиля

Проведённые исследования на пассивную безопасность конструкций транспортных средств как основное качество в системе пассивной безопасности, наряду с элементами обустройства дорог. Уровень пассивной безопасности автомобиля можно охарактеризовать ударопрочностными свойствами и возгораемостью. При оценке ударопрочностных свойств безопасности используют три основных параметра: перегрузки человека; деформации (перемещения) автомобиля; вероятность выбрасывания человека из автотранспортного средства.

Перегрузки человека и автомобиля изменяются в процессе ДТП.

Деформации автомобиля возникают и изменяются в процессе ДТП и способны вызвать нарушение параметров жизненного пространства или затруднить эвакуацию человека из автомобиля (проёмы двери и конструкции дверей и замков).

Вероятность выбрасывания человека из автотранспортного средства зависит от угловой скорости и изменения поступательной скорости движения в процессе ДТП.

Возгораемость автомобиля измеряется вероятностью его воспламенения при ДТП и характеризуется её изменениями в процессе ДТП.

При совершенствовании пассивной безопасности автомобиля, т. е. ограничении последствий аварий, перед конструкторами открывается широкое поле деятельности. Обеспечение пассивной безопасности имеет не меньшее значение, чем обеспечение конструктивной базы активной безопасности автомобиля.

Работая над повышением пассивной безопасности, конструктор должен стремиться обеспечить защитную зону вокруг каждого пассажира; ограничить перемещение водителя относительно сиденья; уменьшить уровень травматизма от ударов о внутренние поверхности салона кузова; уменьшить нагрузки, действующие на пассажира; принять меры к уменьшению вероятности травмы в послеаварийной обстановке; предусмотреть беспрепятственный выход из потерпевшего аварии автомобиля.

Для того чтобы создать безопасную конструкцию автомобиля, необходимо знать предельную величину уровня терпимости человеческого организма к ударам. Один из важнейших факторов, вызывающих повреждения человеческого организма, — перегрузки (при ускорениях и замедлениях).

Цель проектирования безопасного автомобиля — создание такого внутреннего и внешнего конструктивного обустройства, которое помогло бы водителю и пассажирам выдерживать большие перегрузки, возникающие при ДТП.

Защитные свойства кузова. Основным методом уменьшения нагрузок, действующих на пассажира, — восприятие кинетической энергии удара при помощи демпфирующей системы. Чем продолжительнее период замедления автомобиля, тем меньше инерционные нагрузки и, следовательно, меньше усилия, воздействующие на предмет. Кинетическая энергия удара может восприниматься как самим автомобилем, так и системой ограничения перемещения пассажира внутри кузова. При лобовом ударе возникают наиболее высокие ударные нагрузки, поэтому это требует особого внимания и подхода проектировщика.

Проектировщик должен стремиться к тому, чтобы уменьшить пиковые инерционные нагрузки; подчинить контролю темп нарастания величины замедления; установить допустимый контроль замедления; свести к минимуму толчок, ощущаемый пассажиром в начальный момент удара; обеспечить отклонение в безопасном направлении предме-

тов, проникающих внутрь салона. При лобовом ударе с начальной скоростью 80 км/ч замедления достигают 65 g. При соответствующем же изменении конструкции автомобиля значение пикового замедления можно уменьшить до 30–40 g.

Для этого в конструкции передней и задней частей кузова необходимо использовать материалы, обладающие повышенной ударной энергоёмкостью, как, например, различные материалы сотовой структуры, гидравлические и воздушные амортизаторы, хрупкие алюминиевые трубы и др. При этом характер протекания инерционных нагрузок значительно изменяется и защитные свойства кузова при лобовом ударе существенно возрастают.

У современного безопасного автомобиля должна быть конструкция кузова с деформируемыми передними и задними частями автомобиля для того, чтобы средняя часть кузова осталась наименее деформирована в результате нагрузок при ДТП. По расчётам конструкторов, величина частично деформируемых лонжеронов (усилителей передней части кузова) должна быть по современным требованиям не менее 800 мм.

Проблема создания передней части кузова с заданной степенью смятия при столкновениях была практически решена в конце 1970-х – начале 1980-х годов. Например, на всех легковых автомобилях фирмы «Форд» начиная с 1968 года усовершенствована конструкция передней части кузова автомобиля для улучшения её относительной энергопоглощающей способности без уменьшения надёжности и долговечности.

Нагрузки, действующие на пассажиров в момент столкновения автомобиля, можно значительно снизить и за счёт повышения энергопоглощающих характеристик и навесной детали передней части кузова – бампера. В настоящее время передний (и задний) бампер должен рассматриваться не только как деталь дизайна, но и как действенное средство, повышающее пассивную безопасность автомобиля, снижающее стоимость его ремонта после столкновения.

Решающим фактором, обуславливающим эффективность применения бампера, являются его энергопоглощающие свойства. При этом процесс энергопоглощения не должен зависеть от температуры и скорости деформации. Основные требования заключающиеся в том, чтобы в результате испытаний ни одна из деталей автомобиля (исключая сам бампер) не была бы повреждена и при начальной скорости столкновения 16 км/ч замедление автомобиля не превышало бы 6 g.

Критерии демпфирующих бамперов:

- характеристики в зависимости от скорости и массы;
- восстанавливаемость;
- высокий КПД;
- Высокая плотность рассеивания удара на единицу объёма;
- большой эффективный ход;
- малый остаточный коэффициент.

Теория и практические исследования показали, что ход и усилие демпфирующего устройства должны зависеть от скорости удара и массы.

Для увеличения демпфирующего эффекта, в дополнение к передним и задним бамперам в зарубежных фирмах и в ТГУ на кафедре «Проектирование и эксплуатация автомобилей» ведутся исследовательские работы по конструкции внешних (передних и задних) подушек безопасности, которые могут уменьшить силу удара почти в три раза.

4.5. Внутренняя пассивная безопасность. Жизненное пространство

Внутренняя пассивная безопасность – совокупность свойств автомобиля (трактора), обеспечивающая сохранность жизни и здоровья водителей и пассажиров при ДТП. Требования внутренней пассивной безопасности: создание условий, при которых человек без последствий для здоровья мог бы безопасно выдержать значительные перегрузки, возникающие под действием значительного замедления; исключение травмоопасных элементов внутри салона кузова (кабины).

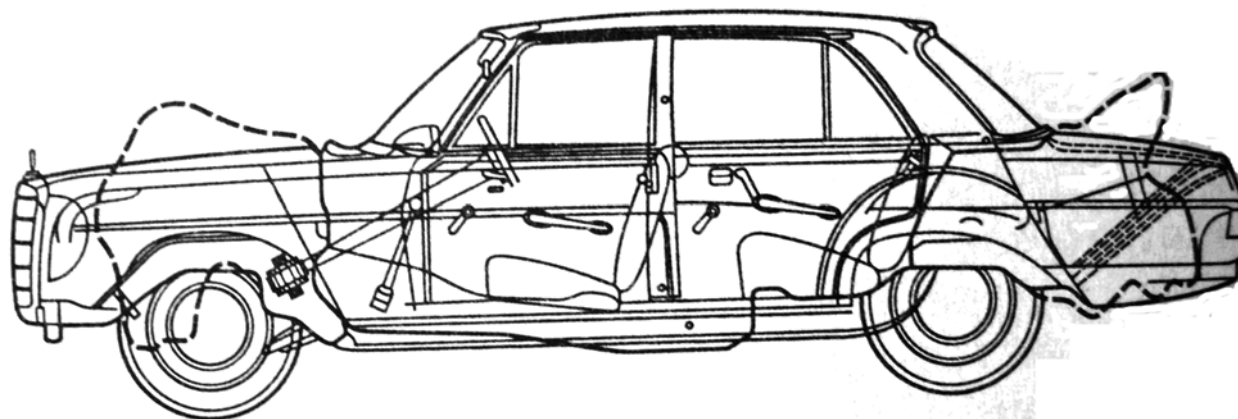


Рис. 83. Современные требования к деформации различных частей кузова легкового автомобиля: проектной деформации передней и задней частей и минимальной деформации центральной части – жизненного пространства

Жизненным пространством называют защитную зону вокруг человека, сидящего в автомобиле (тракторе) (рис. 82), внутрь которой не должны проникать детали или агрегаты при авариях. Создание жизненного пространства требуемых размеров обеспечивается ударопрочностными характеристиками кузовов легковых автомобилей и кабин грузовых автомобилей и тракторов и устранением возможности травмирования людей элементами внутреннего интерьера.

Ударопрочностные свойства жизненного пространства обеспечивают конструктивные элементы средней части кузова (несущего): основание (пол с каркасом из порогов и поперечин), стойки и крыша (с усилителями).

Основным элементом конструкции жизненного пространства считается основание. Силовой каркас жизненного пространства автомобиля служит для крепления узлов и агрегатов салона автомобиля и силовых мест их крепления, которые задаются международными требованиями.

К узлам и агрегатам салона относятся травмобезопасные органы управления (рулевое колесо с внутренней подушкой безопасности и травмобезопасной колонкой, рычаги коробки передач и ручного тормоза с рукоятками, педали), травмобезопасная передняя панель с щитком приборов и внутренней подушкой безопасности переднего пассажира, травмобезопасные сиденья в комплекте с инерционными ремнями безопасности (в некоторых случаях снабжённые внутренними боковыми подушками безопасности и сзади спинки внутренними подушками безопасности для задних пассажиров, а также обязательными детскими съёмными сиденьями) (рис. 84).

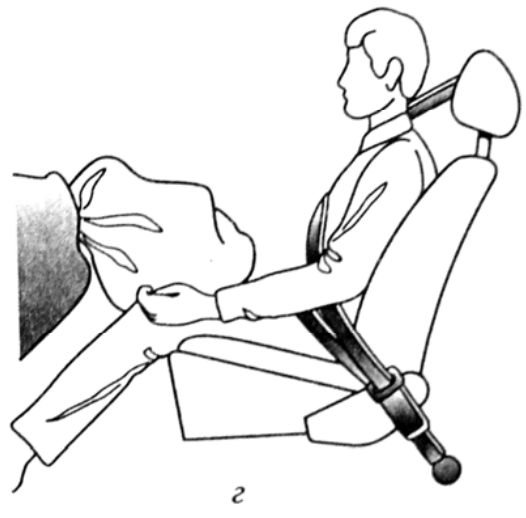
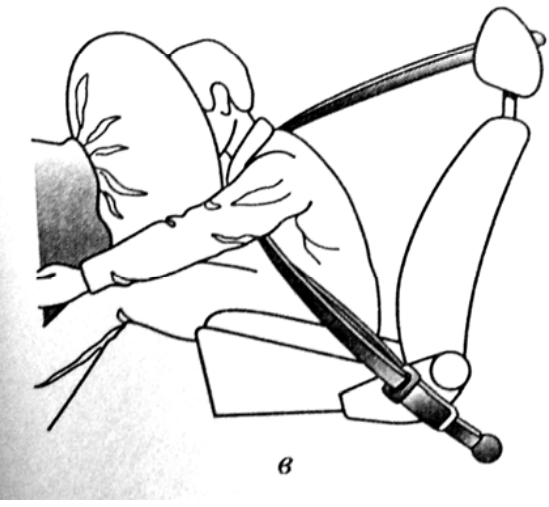
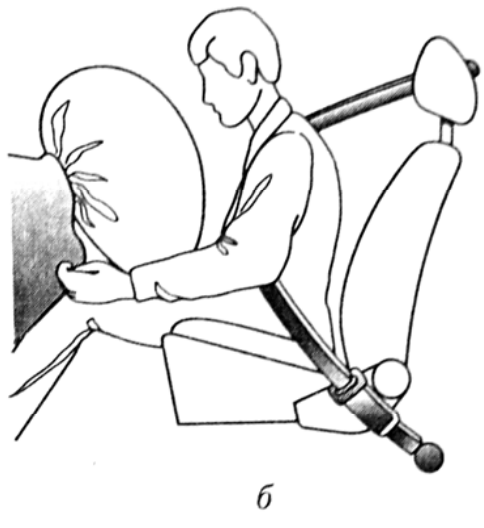
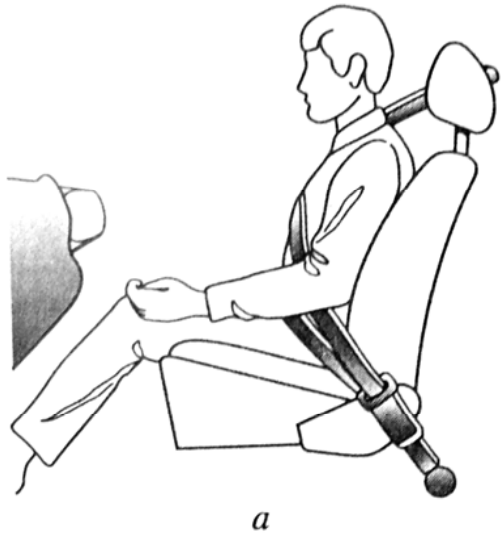
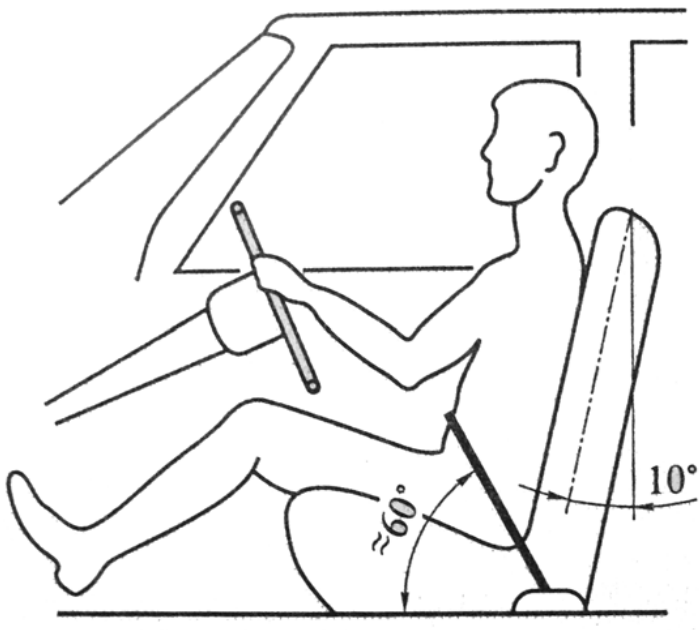


Рис. 84. Схема работы комплекса устройств пассивной безопасности жизненного пространства кузова автомобиля: ремней безопасности и внутренних подушек безопасности

Все ветровые стёкла автомобиля травмобезопасные, трёхслойные на основе — гибкой прочной плёнке, например из поливинилбутирола, которые при ударе не выпадают из стоек и не рассыпаются на отдельные осколки. Остальные стёкла из закалённого стекла, рассыпающиеся от удара на мелкие осколки.

4.6. Международные требования пассивной безопасности автомобиля (ЕЭК ООН и ИСО)

Развитие международных перевозок грузов и пассажиров, автомобильный международный туризм потребовали унификации правил дорожного движения и норм безопасности. В 1958 году в рамках Комитета по внутреннему транспорту Европейской экономической комиссии Организации Объединённых Наций (ЕЭК ООН) в Женеве с участием СССР было подписано соглашение о принятии единообразных условий о взаимном признании официального утверждения предметов оборудования и частей моторных перевозочных средств (документ ЕЭК Е/ЕСЕ/324-Е/ЕСЕ TRANS 505). В соглашении участники обязались:

1) разрабатывать и принимать единые рекомендации, предусматривающие требования к тому или иному узлу или параметру транспортного средства, методику испытаний на соответствие этим требованиям, знак официального утверждения;

2) вводить данные рекомендации в качестве законоположений в своих странах, если это будет признано целесообразным. Любая из стран-участниц может, если имеет соответствующее оборудование, проводить испытания по рекомендуемым методикам, проверяя соответствие узла или параметра автомобиля требованиям, содержащимся в рекомендациях. В случае удовлетворительных результатов испытаний присваивать описанный в данной рекомендации знак официального утверждения транспортного средства в отношении этого требования;

3) на территории всех стран — участниц соглашения признавать знак международного утверждения, присвоенный страной, проводившей испытание. Считать, что узел или параметр автомобиля, которому присвоен знак международного утверждения, отвечает требованию законодательства во всех странах — участницах, применивших рекомендацию, принятую ЕЭК ООН.

Страны — участницы соглашения имеют право не принимать ту или иную рекомендацию, утверждённую ЕЭК ООН, или принимать её с оговорками, извещая в обоих случаях ЕЭК ООН. Рекомендации ЕЭК ООН вводятся в качестве законов в тех странах, в которых, как правило, до этого не были разработаны требования к данному узлу или параметру автомобиля или же имелись менее строгие требования. Страны-участницы, считающие, что им необходимы более жёсткие требования, обычно пользуются методиками испытаний, имеющимися в рекомендациях ЕЭК ООН. Требования ЕЭК ООН можно рассматривать как минимальные.

Помимо общих рекомендаций ЕЭК ООН в качестве приложений к соглашению 1958 года приняла 40 Правил, в которых содержатся конкретные требования к различным системам, узлам, агрегатам и приборам автомобиля в отношении его безопасности. К 1982 году был утверждён комплекс из 52 Правил ЕЭК ООН, 10 Правил находились в стадии обсуждения.

Исследования и работу по созданию новых и унификации существующих требований к конструкции автомобиля и в отношении его безопасности проводит Международная

организация по стандартизации (ISO), которая объединяет более 80 стран, в том числе и Россию. Основное направление работ этого комитета – стандартизация, взаимозаменяемость автомобильного подвижного состава. В составе её технического комитета «Дорожный транспорт» функционирует более 20 подкомитетов по различным направлениям (тормозные системы, приборы освещения и т. д.).

Технические комитеты ISO разрабатывают международные стандарты, являющиеся результатом соглашения между странами – членами ISO. Стандарты применяются самостоятельно или включаются в национальные стандарты этих стран. В конце XX века насчитывалось более 3000 международных стандартов и рекомендаций, подготовленных ISO. *Стандарты пересматриваются каждые 5 лет.*

Важным условием действенности стандартов по конструктивной безопасности автомобилей и ограничительным мероприятиям является система контроля предусмотренных требований, а также наличие организаций, ответственных за осуществление такого контроля. В нашей стране контроль безопасности транспортных средств и дорожного движения осуществляют республиканские, областные и городские комиссии по безопасности дорожного движения и другие организации. Общее обеспечение безопасности дорожного движения и руководства всеми организациями, контролирующими выполнение нормативных актов, возложено на ГИБДД МВД РФ.

5. ОСНОВЫ ГЕОМЕТРИИ ПОВЕРХНОСТИ КУЗОВА

5.1. Основные понятия и определения. История

Проблемы обмера и фиксации поверхности кузова и его формы являются одними из существенных в кузовостроении. Тело кузова, ограниченное поверхностью оболочки, определяет внешний вид автомобиля посредством формы, силуэта, плавности линий и поверхностей. При их взаимной пропорциональности возникает чувство полной гармонии.

Первые методики фиксации (обмера и начертания) реальной формы легкового автомобиля (до него – экипажей на конной тяге) ведут своё начало со второй половины XIX века. Альберт Дюпон – автор первой методики математического (геометрического) моделирования поверхности кузова, основ «сюрфасологии» – науки о графическом изображении сложных криволинейных поверхностей.

Наука о графическом изображении сложных поверхностей была основана еще в XVII веке строителями и архитекторами-проектировщиками (кораблестроителями) деревянных многопалубных военных кораблей, имевших сложные обводы поверхности, основанные на форме регулярных шпангоутов и обшивке, необходимых для высоких мореходных качеств и остойчивости (устойчивости к перевороту).

Прорабатывая компоновку кузова, чертежи и модели формы, следует учитывать соотношение между кривыми, а также принципы построения поверхностей, ограниченных этими кривыми. Геометрическая модель формы затем становится исходной (эталонной) базой для детальной проработки поверхности кузова и определения характерных размеров фиксации.

В проектных организациях различных автостроительных фирм применяются созданные ими графические (ручные и компьютерные) методы построения криволинейных поверхностей, например, методы последовательных приближений, параболических отрезков, кривых, пропорциональных одной или нескольким кривым, и т. д.

Данные методы специфичны и не входят в учебный курс, в связи с этим возникают значительные трудности в терминологии. Остаётся надеяться, что эта область специальной геометрии в дальнейшем получит своё развитие.

Основные структурные элементы формы. Основными структурными геометрическими элементами формы являются *точка, линия, плоскость, поверхность, объём, фон, силуэт, контур*. Из точек складывается линия, из линий составляется плоскость, несколько плоскостей объединяются в поверхность. *Плоскость* – простейшая поверхность, она обладает свойством, когда любая составляющая её линия, соединяющая 2 точки, целиком принадлежит ей. *Поверхность* можно рассматривать как геометрическое место точек или линий. Объём может быть организован из нескольких поверхностей.

Кузов автомобиля (в особенности легкового) представляет собой объём, организованный при помощи множества поверхностей отдельных элементов. Данные поверхности построены из соединённых между собой различными методами геометрических плоскостей высшего порядка сложности.

5.2. Основной метод фиксации поверхности кузова

Основным методом фиксации и построения геометрии поверхности кузова является *метод секущих плоскостей*. Он применяется во всей инженерно-конструкторской и технологической документации как пространственная основа геометрического местоположения узлов и агрегатов (относительно друг друга) и пространственного «геометрического каркаса» из плоскостей, равномерно рассекающих весь объём модели автомобиля на отдельные элементарные объёмы (рис. 85).

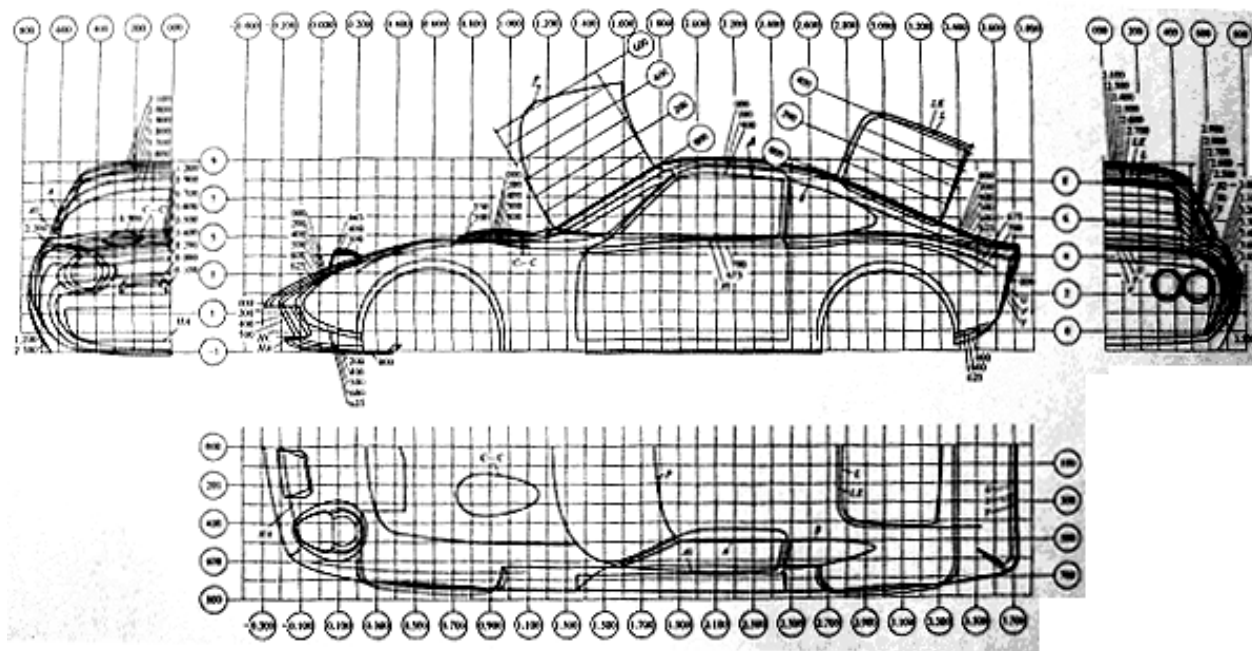


Рис. 85. Плазовый чертёж поверхности кузова, полученный методом секущих плоскостей

Секущие плоскости в трёх направлениях: горизонтальной продольной (относительно длины автомобиля) и вертикальных (поперечных длине кузова и продольных) создают объёмную пространственную решётку, по размерам несколько превышающую габариты автомобиля, с единым шагом всех секущих плоскостей (100, 200 или 400 мм). Все секущие плоскости, пересекая плоскости поверхности формы автомобиля, создают линию, характеризующую геометрически данную поверхность.

Периодически повторяемые линии, созданные секущими плоскостями на поверхности кузова, являются геометрическими данными фиксации размеров и геометрических характеристик всей поверхности формы кузова. Эти данные необходимы для геометрической проверки и коррекции в дальнейшем и окончательной фиксации в качестве эталонных данных для передачи в производство штампов и другой оснастки. Без геометрических данных фиксации окончательной поверхности формы никакое массовое производство автомобилей невозможно.

5.3. Основные типы поверхностей кузова

Поверхности кузова автомобиля могут быть плоскими, линейчатыми и криволинейными (рис. 86).

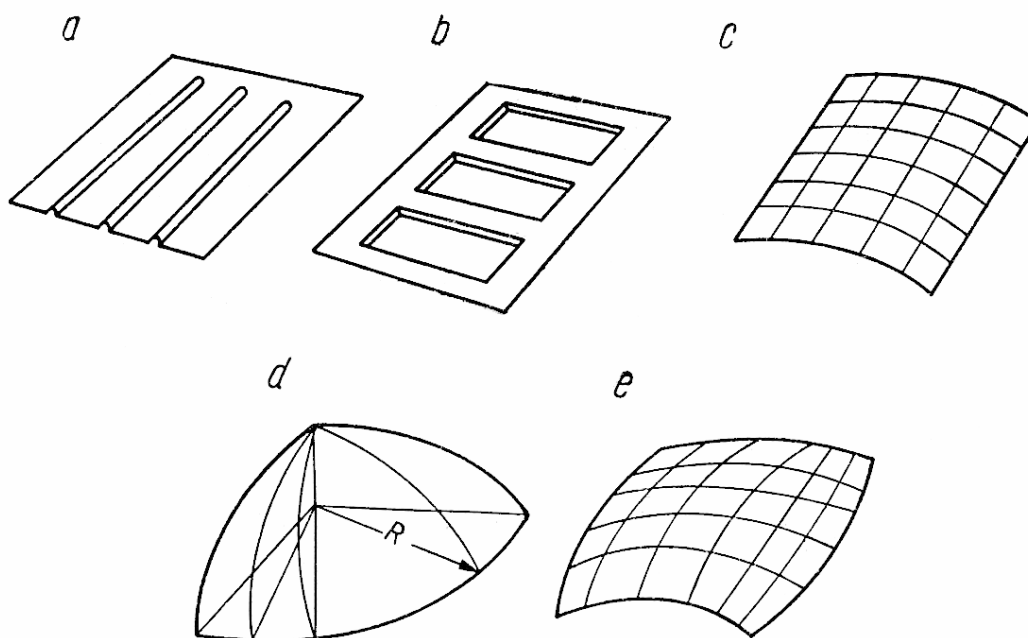


Рис. 86. Основные типы поверхности:

- а) плоская с выступами; б) плоская с углублениями; в) линейчатая; д) криволинейная поверхность вращения; е) сложная криволинейная с переменными образующими

Плоские поверхности наипростейшего типа не применяются в кузовостроении из-за невозможности достижения соответствующих механических (прочностных) и дизайнерских свойств. Если очень редко это и происходит – плоская поверхность допускается как элемент оболочки, то плоскость теряется из-за применения необходимых углублений (проштамповок). Эти углубления увеличивают жёсткость обшивки, предохраняя её от вибраций и коробления. Кузов, имеющий такую форму, технологически трудновыполним.

Плоские поверхности с местным усилением имеют внутренние несущие элементы кузова. Упрочнённые плоские поверхности очень хорошо соответствуют схемам полуплоскооболочковых конструкций.

Линейчатые поверхности – самая простая приемлимая форма поверхности для автомобиля, т. е. такая, которая имеет кривизну только в одном направлении. Такие поверхности имеют прежде всего автобусы и другие автомобили с большими кузовами вагонной компоновки. Такие плоскости с кривизной определённого радиуса невозможно соединить плавно с другой поверхностью различной кривизны (будет визуальный и геометрический перелом в линии соединения). Поэтому форма перехода должна быть параболической, эллиптической и т. д. Вследствие этого повышается вибростойкость.

Кривизна линейчатых поверхностей должна быть подобрана так, чтобы на поверхности оболочки в местах стыка не образовывались впадины и волны. Даже небольшие местные непланности поверхности оптически увеличиваются после окраски и создают низкий качественный уровень.

Криволинейные поверхности. Подавляющее большинство автомобильных кузовов проектируются с использованием *криволинейных поверхностей*, вследствие чего достигается высокий уровень плавности поверхности всего кузова. Кривые, определяющие поверхность кузова, должны выбираться очень тщательно, с полным знанием построения криволинейных поверхностей. Особое внимание следует обращать на то, чтобы построение поверхностей всего кузова основывалось на одном семействе кривых, тогда автомобиль может произвести впечатление приятной стилиевой плавностью линий, представляя собой гармоничную целостность.

Создание криволинейных поверхностей известным способом, а затем определение координат точек кривых является одной из самых трудных проблем. Проект формы должен содержать все размеры, характеризующие поверхность оболочки кузова, что необходимо для определения многих проёмов и вписания в пространство кузова различных конструктивных элементов. Теория построения криволинейных поверхностей является очень обширной и трудной.

Выполнение переходов поверхностей разной кривизны — сложная геометрическая задача (рис. 87).

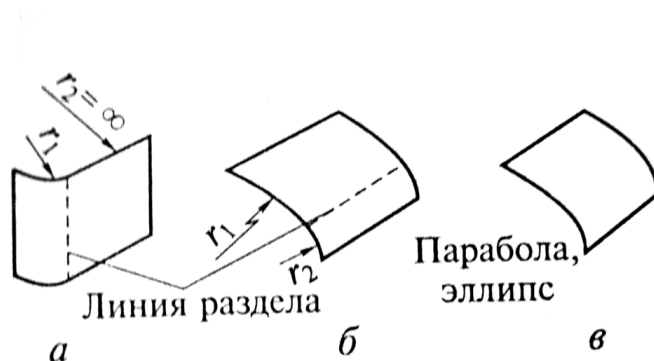


Рис. 87. Выполнение переходов поверхностей различной кривизны

5.4. Зависимости между кривыми линиями поверхности кузова

Имеются три основные геометрические зависимости между кривыми: равенство, подобие и сродство (коллинеарность) (рис. 88). Равенство линий не требует объяснений. Геометрическое подобие, называемое иногда фотографическим, будет в том случае, когда основная, т. е. исходная кривая изменяется пропорционально, образуя кривые подобные исходной.

В большинстве плоскостей поверхности автомобильных кузовов кривые имеют геометрическое сродство. Простейший метод фиксации кривой на поверхности представлен на рис. 89.

Построение поверхностей. Возможность получения различных поверхностей оболочки при построении коллинеарных кривых называется степенью свободы коллинеарности. Она определяется зависимостью полученной поверхности от выбора исходной (основной) кривой.

Выбор из кривых исходной очень труден, так как требует большой практики. Чтобы получить оптимальную по форме поверхность, если позволяют время и средства, желательно провести несколько пробных проработок поверхности и последующую проверку их внешнего вида на натурном макете. Легче проверить характер поверхности, описанной математически, наблюдая её на экране компьютера.

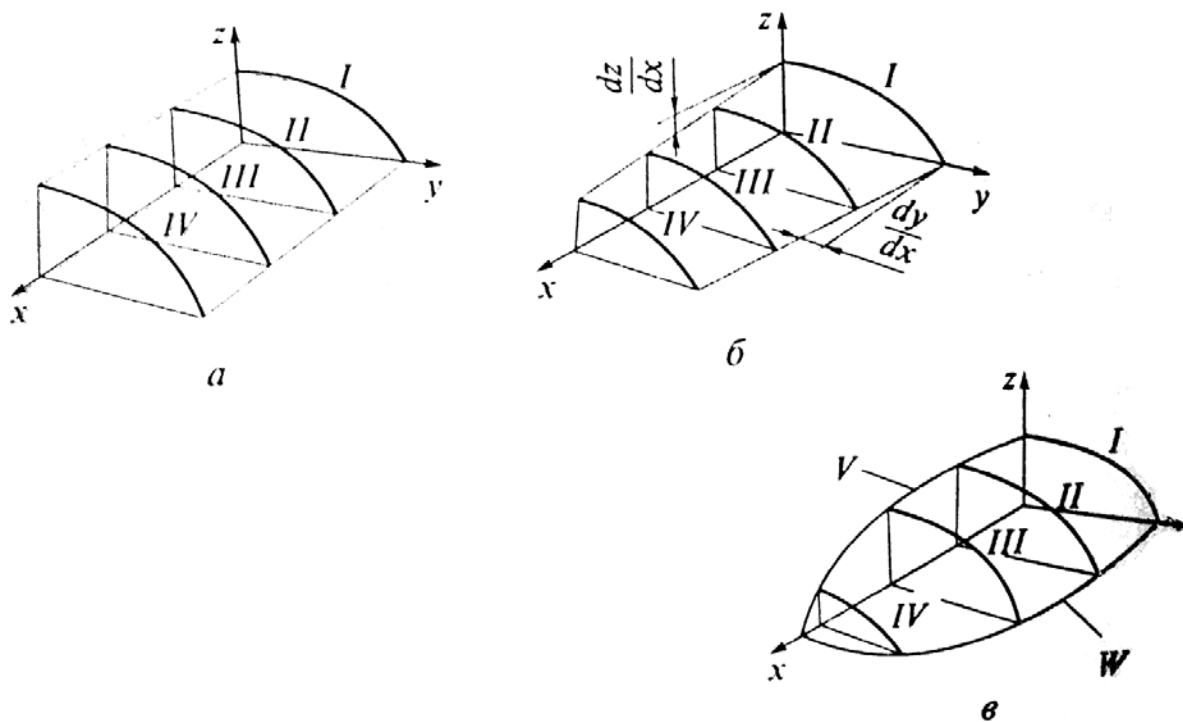


Рис. 88. Геометрические зависимости между различными кривыми:
 а) равенство; б) подобие; в) коллинеарность

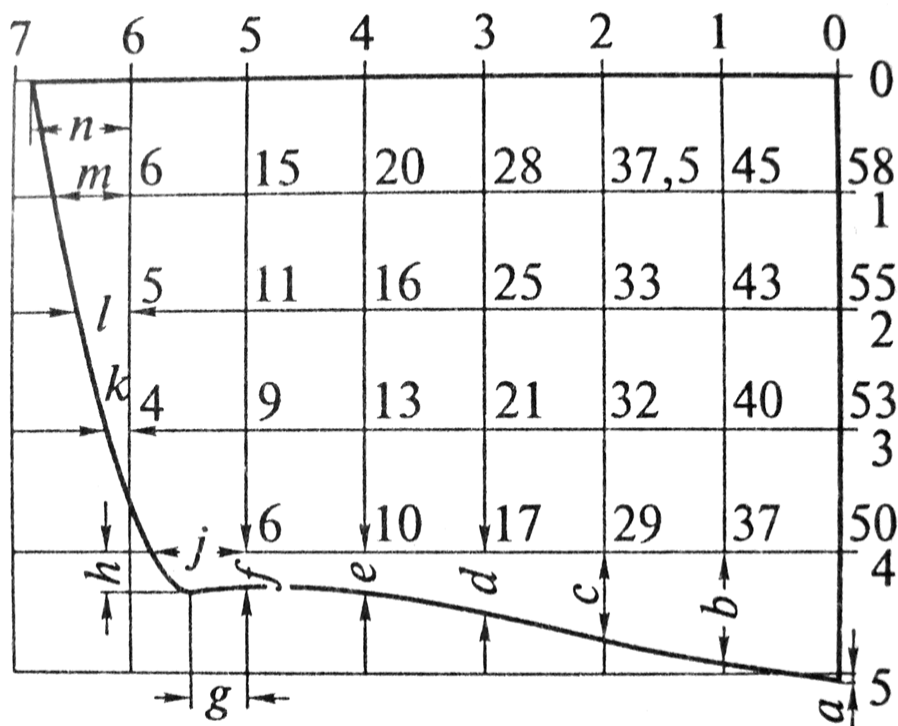


Рис. 89. Метод фиксации сложной кривой на поверхности

Число степеней свободы определяется возможным количеством исходных кривых. Так, поверхность, ограниченная двумя кривыми, может иметь две степени свободы, тремя – три, четырьмя – четыре и т. д. Выбор исходных кривых очень важен, так как эти кривые являются линиями, характеризующими линии формы и деление поверхности кузова на участки.

Исходными кривыми становятся обычные естественные линии кузова. Это могут быть габаритные линии, линии усиливающих углублений и кромки проёмов. От числа исходных кривых зависит число чертежей графической разработки поверхности либо подпрограмм при использовании математических методов.

Ранее применялся *модельный* метод построения поверхности: перенос шаблона с объёмного макета на плаз с последующей подгонкой. Коррекцию кривых выполняли графически. Существует много *графических* методов, с помощью которых можно не только скорректировать определённый пучок кривых, но и разработать всю поверхность кузова: метод последовательных приближений, метод пропорциональных кривых и другие.

5.5. Основной продукт проектирования поверхности кузова – КУБ

Окончательный продукт процесса синтетического проектирования формы автомобиля фиксируется в поверхности специальной модели поверхности кузова в целом и отдельных его частей – КУБе, соответствующем поверхности деталей, из которых должен быть изготовлен кузов. Раньше она изготавливалась из специальных пластмасс, способных нести точность размеров поверхности в пределах долей миллиметра, и хранилась в специальном помещении с поддержанием необходимой температуры для постоянной стабилизации необходимых размеров.

Данная модель в любой фирме хранилась весь период изготовления модели и после него для изготовления и замены в случае износа необходимой оснастки (штампов). Она являлась окончательным и неизменным геометрическим эталоном на весь период существования автомобиля (производства и после его окончания).

В настоящее время эталоном поверхности формы автомобиля является электронная (цифровая) модель поверхности кузова, полученная в результате обмера, утверждённая специалистами-дизайнерами и хранящаяся в нескольких экземплярах. Она служит основой программ для изготовления оснастки (штампов) на специальных программно-числовых станках и для проверки геометрической правильности в течение всего периода производства автомобиля.

5.6. Компьютерные технологии в разработке поверхности кузова

Компьютерная техника позволила свести к минимуму временные затраты на переходные вспомогательные нетворческие работы от маломасштабных макетов к полноразмерным (чисто технически, исключая доработку и коррекцию результатов визуальных иллюзий при переходе). Причём качество работы и точность значительно возросли. Множество вопросов по предварительной коррекции формы, согласно требованиям моделей структуры других параллельных процессов проектирования (эргономической, инженерно-конструкторской, технологической, маркетинговой составляющих и др.) теперь стало возможно решать в общем виртуально-информативном проектном пространстве, минуя проверку на объёмном материальном макете.

Компьютерная техника используется при обмере поверхности объёмных моделей, подготовке поверхности к чистовой обработке, для «псевдообъёмные» графические изображения при моделировании формы на начальных разделах проектирования в среде и динамике и др.

Главными достижениями внедрения компьютерной техники в процесс проектирования и конструирования формы являются: 1) значительное ускорение процесса (экономия времени и средств); 2) значительное повышение качества и точности проводимых работ; 3) возможность сокращения работников (специалистов-проектировщиков и персонала, занятого вспомогательными работами).

В настоящее время мощность проектного подразделения в автомобильной промышленности измеряется не количеством персонала (ИТР и рабочих), а количеством проектных станций, оборудованных несколькими специальными совмещёнными компьютерами последних поколений, которые могут заменить несколько десятков специалистов-проектировщиков и конструкторов (в зависимости от новизны — «поколения» станций).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Основы эргономики и дизайна автомобилей / И.С. Степанов [и др.]— М. : Академия, 2005. — 256 с.
2. Павловский, Я. Автомобильные кузова : пер. с польск. / Я. Павловский. — М. : Машиностроение, 1977. — 544 с.
3. Мишурун, В.М. Надёжность водителя и безопасность движения / В.М. Мишурун, А.Н. Розанов. — М. : Транспорт, 1990. — 167 с.
4. Розанов, Н.Е. Специфика дизайна массовых легковых автомобилей / Н.Е. Розанов. — М. : МАМИ : МВХПУ(б.Строгановское), 1989. — 88 с.
5. Лазарев, Е.Н. Дизайн машин / Е.Н. Лазарев. — Л. : Машиностроение, 1988. — 256 с.
6. Михайлов, С.М. Истории дизайна / С.М. Михайлов. — М. : «оюз Дизайнеров России, 2003. — Т. 2. — 393 с.
7. Мосорова, Н.Н. Индустриальный и постиндустриальный дизайн США / Н.Н. Мосорова. — Екатеринбург : Архитектон, 2000. — 315 с.
8. Долматовский, Ю.А. Автомобиль за 100 лет / Ю.А. Долматовский. — М. : Знание, 1986. — 240 с.
9. Высокой мысли пламень : кн. 3 (страницы истории 1986-2006). — Тольятти : АВТОВАЗ — НТЦ, 2008. — 807 с.
10. Автомобильная промышленность за рубежом : сб. статей ; пер. с англ. / общ. ред. Ю.Н. Карпова. — М. : Прогресс, 1986. — 488 с.
11. Аэродинамика автомобиля : сб. статей ; пер. с англ. — М. : Машиностроение, 1984. — 376 с.
12. Аэродинамика автомобиля : пер. с нем. / под ред. В.Г. Гухо. — М. : Машиностроение, 1987. — 424 с.
13. Иванов, В.Н. Пассивная безопасность автомобиля / В.Н. Иванов, В.А. Лялин. — М. : Транспорт, 1979. — 304 с.
14. Афанасьев, Л.Л. Конструктивная безопасность автомобиля / Л.Л. Афанасьев. — М. : Машиностроение, 1983. — 212 с.
15. Рябчинский, А.И. Пассивная безопасность автомобиля / А.И. Рябчинский. — М. : Машиностроение, 1983. — 145 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОСНОВЫ АВТОМОБИЛЬНОЙ ЭРГОНОМИКИ	5
1.1. Общие понятия и определения.....	5
1.2. Антропометрия в автомобильной эргономике.....	7
1.3. Психология и психофизиология в автомобильной эргономике.....	15
1.4. Другие эргономические факторы, учитываемые при компоновке рабочего места водителя и мест пассажиров	20
2. ОСНОВЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ДИЗАЙНА	25
2.1. Основные понятия и определения.....	25
2.2. Дизайн в автомобильной индустрии.....	25
2.3. Статус дизайна автомобилей.....	27
2.4. Система автомобильного дизайна.....	29
2.5. Структура проектного дизайна автомобилей и комплекса дизайн-формы.....	31
2.6. Особенности процесса проектирования и конструирования стилевой пластики инновационной формы в автомобильном дизайне.....	35
2.7. Мировая история развития легкового автомобиля и его формы.....	44
2.8. Хронология развития стилиевой пластики (стилей) МЛА.....	48
2.9. Концептуальный (прогнозно-экспериментальный) автомобильный дизайн.....	63
3. ОСНОВЫ АВТОМОБИЛЬНОЙ АЭРОДИНАМИКИ	91
3.1. Основные понятия и определения. Цель и задачи.....	91
3.2. Аэродинамическое сопротивление автомобиля.....	92
3.3. Суммарное аэродинамическое сопротивление автомобиля.....	92
3.4. Обзор исторического развития автомобильной аэродинамики.....	95
3.5. Методика аэродинамических исследований.....	96
3.6. Аэродинамические измерительные комплексы (трубы).....	98
3.7. Аэродинамические исследования отдельных частей поверхности формы автомобиля.....	100
4. ОСНОВЫ КОНСТРУКТИВНОЙ ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	103
4.1. Основные понятия и определения.....	103
4.2. Структура и виды безопасности автомобиля.....	104
4.3. Причины и виды дорожно-транспортных происшествий.....	105
4.4. Элементы автомобиля, определяющие внешнюю конструктивную пассивную безопасность автомобиля.....	107
4.5. Внутренняя пассивная безопасность. Жизненное пространство.....	109
4.6. Международные требования пассивной безопасности автомобиля (ЕЭК ООН и ИСО).....	111

5. ОСНОВЫ ГЕОМЕТРИИ ПОВЕРХНОСТИ КУЗОВА.....	113
5.1. Основные понятия и определения. История.....	113
5.2. Основной метод фиксации поверхности кузова.....	114
5.3. Основные типы поверхностей кузова.....	115
5.4. Зависимости между кривыми линиями поверхности кузова.....	116
5.5. Основной продукт проектирования поверхности кузова – КУБ.....	118
5.6. Компьютерные технологии в разработке поверхности кузова.....	118
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	120

Учебное издание

Зайцев Сергей Артемович

ОСНОВЫ ЭРГНОМИКИ И ДИЗАЙНА
АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

Учебное пособие

Технический редактор *З.М. Малявина*

Корректор *Г.В. Данилова*

Вёрстка: *Л.В. Сызганцева*

Дизайн обложки: *Г.В. Карасева*

Подписано в печать 23.01.2012. Формат 84×108/16.

Печать оперативная. Усл. п. л. 12,9.

Тираж 51 экз. Заказ № 1-24-11.

Издательство Тольяттинского государственного университета
445667, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14

