

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Северо-Кавказский федеральный университет»

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям

по дисциплине «Научные исследования на автомобильном транспорте»

для студентов направления подготовки

23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(Направленность (профиль) «Техническая эксплуатация автомобилей»)

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ВВЕДЕНИЕ .....                                                                                                                    | 5   |
| <br>1. СПЕЦИФИКА ТРАНСПОРТА И АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНОГО<br>КОМПЛЕКСА.....                                                            | 7   |
| 1.1. Развитие и виды транспорта, уникальность транспорта как сферы<br>хозяйственной деятельности .....                            | 7   |
| 1.2. Количественные и качественные показатели деятельности транспорта<br>13                                                       |     |
| 1.3. Современное состояние развития автомобильно-дорожного комплекса<br>России .....                                              | 20  |
| <br>2. ОСНОВНЫЕ ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ<br>АВТОТРАНСПОРТНОЙ ВЕТВИ ТРАНСПОРТНОЙ НАУКИ .....                                 | 40  |
| <br>3. МЕТОДОЛОГИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК.....                                                                                          | 63  |
| 3.1. Понятие о методологии научной деятельности.....                                                                              | 63  |
| 3.2. Особенности методологии технических наук.....                                                                                | 75  |
| 3.3. Методология теоретических исследований<br>в технических науках .....                                                         | 85  |
| 3.4. Математическое моделирование.....                                                                                            | 90  |
| 3.5. Методология экспериментальных исследований в<br>технических науках .....                                                     | 96  |
| 3.6. Особые виды исследований.....                                                                                                | 104 |
| 3.7. Системный подход и системный анализ<br>в технических науках .....                                                            | 110 |
| 3.8. Принципы и методы классификации и кластеризации .....                                                                        | 120 |
| <br>4. МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ НА<br>АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ .....                                                              | 129 |
| 4.1. Развитие технологических систем и технологий применения<br>транспортно-технологических машин и оборудования на автомобильном |     |

|                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| транспорте .....                                                                                  | 129 |
| 4.2. Специфика исследований в интересах автомобильного транспорта..                               | 133 |
| 4.3. Специфика объектов исследования на автомобильном транспорте..                                | 148 |
| 4.4. Методы исследования на автомобильном транспорте .....                                        | 162 |
| 4.5. Методология диссертационных исследований в интересах<br>автомобильного транспорта .....      | 174 |
| 5. ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ<br>АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА<br>РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ..... | 188 |
| 5.1. Организация научных исследований<br>в автодорожном комплексе.....                            | 188 |
| 5.2. Оформление, публичное представление и открытый обмен<br>результатами исследований.....       | 197 |
| 5.3. Социальные аспекты транспортной науки.....                                                   | 202 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....                                                                                  | 211 |
| ЛИТЕРАТУРА .....                                                                                  | 212 |
| Приложение 1. Форма титульного листа<br>магистерской диссертации .....                            | 213 |
| Приложение 2. Форма титульного листа<br>кандидатской диссертации .....                            | 214 |
| Приложение 3. Форма титульного листа автореферата кандидатской<br>диссертации.....                | 215 |

## **ВВЕДЕНИЕ**

Методические указания адресовано молодым исследователям, магистрантам, аспирантам и соискателям ученых степеней по транспортным специальностям. Оно посвящено методологии транспортной науки, технологиям исследований в интересах автотранспорта.

Исторический экскурс в этапность становления российской автотранспортной ветви транспортной науки иллюстрирует влияние наиболее успешных разработок наших ученых-транспортников на формирование российского автомобильного транспорта.

Больше половины всех современных исследований выполняется техническими науками. Но в специальной литературе методология технических наук практически не отражена. Многочисленные философские работы, ориентированные на расширение мировоззренческого кругозора, лишь вскользь касаются ее вопросов, ограничиваясь историческим анализом роли естествознания в смене эпох в созидательной деятельности человечества.

Однако начинающие исследователи больше нуждаются в освещении прикладных вопросов методологии исследований в технических науках. Это их насущная потребность на стадии приобретения высшей научной квалификации. Философское осмысление истории науки и биографические очерки о ее создателях также не в силах удовлетворить потребности в раскрытии специфики методологии технических наук. По методологии транспортной науки, например, публикации научного или учебного плана вообще отсутствуют.

## **1. СПЕЦИФИКА ТРАНСПОРТА И АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА**

### **1.1. Развитие и виды транспорта, уникальность транспорта как сферы хозяйственной деятельности**

Потребность людей в транспортировке существовала всегда. Через изобретение лодки, колеса, затем тачки, тележки, кареты она привела к появлению транспорта как отрасли материальной деятельности. Созидательная деятельность человека исторически всегда включала в себя сельское хозяйство и производство. К настоящему времени из производства выделились добывающая и обрабатывающая отрасли и транспорт.

По определению, **транспорт** (лат. *transporto* - перемещаю) — это отрасль материальной деятельности по осуществлению перевозок людей и грузов.

Транспорт стал необходимым условием функционирования экономики, жизни населения и деятельности любого государства. В наши дни транспорт представляет собой не только самостоятельную сферу деятельности, но и неотъемлемую составную часть промышленного и сельскохозяйственного производства, важнейший элемент существования и жизнеобеспечения населения.

Известно, что в мире на транспорте занято более 100 млн. человек, а общая длина транспортной сети мира (без морских путей) превышает 35 млн. км. Ежегодно в мире всеми видами транспорта перевозится более 100 млрд. т грузов и более 1 трлн. пассажиров.

Роль транспорта особенно важна в России, с ее просторами, где расстояния с севера на юг достигают 4 тыс. км, а с запада на восток — более 9 тыс. км. На транспорт приходится более 20% основных производственных фондов России, с ним связано не менее 9% трудящихся. Удельный вес транспортных расходов в себестоимости продукции составляет от 15 до 40%.

Из современных пяти видов транспорта (железнодорожного, автомобильного, водного, авиационного, трубопроводного) и особых

подвидов транспортных комплексов (городского и промышленного) особое значение имеет автомобильный транспорт и эксплуатируемые в его составе автотранспортные средства (АТС). Уникальность автомобильного транспорта определяется его способностью к выполнению перевозок «от двери до двери». Это единственный вид транспорта, соединяющий все другие транспортные пути и виды транспорта, предоставляющий населению индивидуальные транспортные средства и максимальную свободу перемещения. Для характеристики этих возможностей автотранспорта введен в употребление термин «транспортная подвижность населения».

***Цивилизационные факторы выделения транспорта в самостоятельную отрасль экономики:***

1. Разделение труда.
2. Развитие торговли.
3. Развитие техники, ремесел (от коромысла и волокуши, вьючного транспорта и паруса — к колесу и автотранспортным средствам с двигателем внутреннего сгорания).
4. Рост городов.
5. Войны.
6. Освоение естественных транспортных путей (водных, сухопутных) и построение дорог, каналов.
7. Появление двигателей.

С развитием капитализма произошло выделение транспорта в самостоятельную отрасль, работающую за плату по договору, началась специализация транспорта и транспортных систем, ускорение их прогресса, освобождение производства от функций транспорта.

***Развитие транспорту дали новые факторы, порожденные современным глобальным развитием человечества:***

1. Демографический взрыв (беспрецедентный рост населения за 150 лет с 1-го до почти 7 млрд. в XXI веке) и рост подвижности населения.
2. Бурный рост потребительских ресурсов и массовое индустриальное производство.

3. Нарастание энергопотребления: потребление электроэнергии за 75 лет повысилось в 1000 раз, нефти – в 50 раз, газа – в 35 раз, угля – в 3 раза.

4. Урбанизация: при общем росте численности населения в течение 20-го века в 3 раза, население городов увеличилось в 12 раз.

5. Научно-техническая революция.

6. Всемирное и повсеместное развитие торговли.

### ***Характеристики современного состояния транспорта***

1. Массовое индустриальное производство средств транспорта.

2. Появление новых видов транспорта и транспортных систем.

3. Глобализация систем транспорта.

4. Массовый доступ к транспорту населения и производств.

5. Воздействие транспорта на развитие производства.

### ***Через воздействие на производство транспорт сделал возможным:***

1. Массовое индустриальное производство.

2. Глубокое разделение, специализацию и кооперацию труда во всех сферах человеческой деятельности.

3. Всемирное и повсеместное развитие торговли.

4. Массовые миграции людей.

5. Новые военные технологии.

Транспорт и транспортная деятельность уникальны и отличаются от всех других видов и форм созидательной деятельности человека.

*Производство транспорта* – это сам технологический процесс транспортирования.

*Орудия труда на транспорте* – транспортные средства.

Деятельность транспорта напрямую зависит и от продукции промышленности, и от внутритранспортных технологий, в том числе от вспомогательных производств на каждом из видов транспорта.

Развитие транспорта на всех этапах отстает от прогресса производства и тем более – от развития передовых отраслей промышленности. Во все эпохи транспорт развивается лишь в той мере, в

какой это экономически оправдано и необходимо для обслуживаемых им сфер экономики и социальных потребностей. Ни в каких сферах не может быть экономически оправдано опережение развития транспорта по отношению к масштабам промышленного и сельскохозяйственного производства или развитие транспортных систем впрок, до формирования потребностей в этих системах.

Исторически автомобильный транспорт вытеснил гужевой, который, например, в России оставался массовым наземным транспортом до середины 30-х годов XX века. Формирование автомобильного транспорта обеспечило развитие автопромышленности.

Первый автомобиль с двигателем внутреннего сгорания был создан в Германии в конце XIX в., но массовое автомобилестроение началось только в начале XX в. Первые легковые и грузовые автомобили были собраны в 1901 г. на Русско-Балтийском вагоностроительном заводе в Риге и до 1917 г. было произведено примерно 500, а импортировано в Россию более 10 тыс. автомобилей.

В 1924 г. Московским автомобильным заводом (будущим ЗИЛ) был выпущен первый отечественный грузовик АМО-Ф-15. В 1925 г. в Ярославле начали выпускать грузовики грузоподъемностью 3,5 и 8 т. К 1932 г. в России было произведено уже более 24 тыс. автомобилей. С 1932 г. начал работать Горьковский автомобильный завод (ГАЗ). К 1937 г. Советский Союз занял второе место в мире (после США) по выпуску грузовых автомобилей. С 1933-1934 гг. ЗИЛ и ГАЗ выпускали автобусы. Уже во время Великой Отечественной войны в 1942 г. был открыт новый завод в Ульяновске.

После 1945 г. автомобильная промышленность получила дальнейшее развитие, появились заводы в Ликино и Мытищах (Московская область), Кургане и Миассе, Саранске, Павлово-на-Оке, Тольятти, Набережных Челнах, а также Минске, Могилеве, Кутаиси, Львове, Запорожье и Кременчуге, Бишкеке, Риге.

В развитии автомобильного транспорта как отрасли, сфере деятельности и как компоненте обеспечения транспортной подвижности населения можно выделить ряд основных этапов:

- начальный этап формирования региональных и ведомственных автомобильных парков и автопредприятий;
- послевоенное восстановление и наращивание автомобильных парков и числа автопредприятий, пополнение их относительно более производительными транспортными средствами;
- организация дизелизации автомобильного парка и планово-предупредительной системы технического обслуживания (ТО) и ремонта;
- механизация процессов погрузки-разгрузки и технологических процессов ТО и ремонта. Организация производства прицепов и полуприцепов для грузовых автомобилей и эксплуатации автопоездов;
- развертывание массового производства легковых автомобилей и начало ускоренной автомобилизации страны;
- компьютеризация процессов управления на автомобильном транспорте, внедрение методов и технических средств автомобильной диагностики;
- бурный рост и насыщение автомобильного парка высокопроизводительными и экономичными транспортными средствами.

Транспорт, все его виды служат источником повышенной опасности. Автотранспорту как самому массовому и, пожалуй, самому любимому из видов транспорта при всей его уникальности присущи неразрывно связанные с ним и пока не находящие решения проблемы безопасности дорожного движения и экологического воздействия на окружающую среду, перегруженности дорожной сети, транспортной безопасности и высокого топливопотребления.

Полного исчерпывающего решения (или комплекса решений) до настоящего времени не было предложено ни в одной из стран, и специалисты серьезно сомневаются в реальности подобных решений хотя бы одной из указанных фундаментальных проблем автотранспорта. Они стали национальными и глобальными наднациональными проблемами, сдерживающими развитие производительных сил и потенциала человечества.

Автомобильный транспорт в России превратился в самый массовый, самый необходимый и доступный вид транспорта, на ряде перевозок оттесняющий ранее господствовавшие там виды транспорта. Начинают решаться проблемы массового обслуживания. Развитие автомобильного транспорта зависит не только от наращивания автомобильного парка, но и от качества автомобильных дорог, их протяженности. Состояние и размеры сети дорог в России остаются актуальной национальной проблемой.

Автомобильный транспорт характеризуется сравнительно высокой себестоимостью грузовых перевозок и относительно небольшой — пассажирских перевозок [1]. По территориальной универсальности автомобильный транспорт превосходит другие виды наземного транспорта, но для осуществления массовых перевозок требует развитая дорожная сеть дорог с твердым покрытием.

Капитальные вложения на 1 км пути железной дороги превышают аналогичные затраты для автомобильных дорог в 1,5-2 раза, а причальных устройств и других постоянных сооружений на 1 км пути водного транспорта — в 6-7 раз и 1 км трубопровода — в 2-2,5 раза. Однако капитальные вложения, отнесенные к единице грузопотока при его небольшой величине (до 1 млн. т в год), для железнодорожного транспорта максимальны, а при большом грузопотоке наиболее капиталоемким оказывается автомобильный транспорт [1].

При сравнении экономичности разных видов транспорта необходимо учитывать расходы на транспортировку, на начальные и конечные операции. На автомобильном транспорте затраты на начальные и конечные операции минимальны, поскольку включают в себя только стоимость погрузочно-разгрузочных работ и простоя автомобиля при загрузке и разгрузке. На железнодорожном транспорте затраты на начальные и конечные операции гораздо выше, поскольку кроме погрузочно-разгрузочных работ и простоя вагонов, отражают затраты на формирование составов, выполнение маневровых работ, формирования и расформирования составов, поддержание путевого хозяйства, маневровых средств и др. Еще выше затраты на начальные и конечные операции на водном транспорте,

вынужденном перед транспортировкой накапливать грузы, загружать суда, поддерживать портовые сооружения и др.

При небольших расстояниях перевозки преимущество всегда за автомобильным транспортом. У железнодорожного и водного транспорта себестоимость перевозок резко падает с увеличением расстояния, что обусловлено сравнительно низкими затратами непосредственно на перемещение грузов. Так, при возрастании дальности перевозок с 10 до 100 км, их себестоимость на морском транспорте сокращается в 10 раз, на железнодорожном и внутреннем водном — в 8-9 раз, а на автомобильном — только в 2 раза.

Однако автомобильные перевозки выгодны не только на небольших расстояниях (до 200 км), так как не требуют перегрузки и обеспечивают заметно большую скорость доставки (например, в 5,5 раза меньше, по сравнению с железнодорожным транспортом).

При транспортировке ценных и скоропортящихся грузов автомобильный транспорт также чаще всего оказывается вне конкуренции даже при дальности перевозки более 1000 км. Ежедневно автомобильным транспортом перевозится примерно 17 млн. т грузов и более 62 млн. пассажиров, что по сравнению с железнодорожным транспортом почти в 6 раз выше по массе перевозимых грузов и в 17 раз выше по числу перевозимых пассажиров.

В автотранспортных подразделениях предприятий всех отраслей экономики работает более 4 млн. чел., причем на автотранспортную отрасль приходится более 50% от числа работающих в транспортном комплексе без учета железнодорожного транспорта.

## **1.2. Количественные и качественные показатели деятельности транспорта**

Уникальность транспорта находит отражение и в специфике оценки его деятельности. К транспорту неприменимы общепринятые натуральные показатели промышленного и сельскохозяйственного производства. Для него вынужденно применяются особые и при этом менее эффективные и не поддающиеся обобщению пока-

затели выполнения перевозочной работы и затрат на ее выполнение. **Используют совместно несколько систем разнородных и несводимых к единой форме показателей**, каждая из которых характеризует только одну из сторон деятельности транспорта:

1. Количественные показатели выполнения перевозочной работы.
2. Показатели соответствия спросу выполненной транспортной работы.
3. Показатели ущерба от выполнения транспортной работы.
4. Показатели качества выполнения транспортной работы.
5. Показатели расхода ресурсов при выполнении транспортной работы.

**Основные общетранспортные количественные показатели выполнения перевозочной работы** применимы только на транспорте, причем на всех его видах. К ним относятся две пары показателей, каждую из которых используют как целое на пассажирских и грузовых перевозках.

1. Объем перевозки грузов (т).
2. Грузооборот (т · км).
3. Число перевезенных пассажиров (пасс.).
4. Пассажирооборот (пасс. · км).

Объем перевозки грузов (планируемый и фактически выполненный) отдельными подразделениями и в целом по конкретному виду транспорта определяется путем суммирования всех отправленных (перевезенных) тон груза со всех пунктов данного подразделения или сети в целом:

$$p_1 + p_2 + \dots + p_n = \sum p,$$

где  $p_1, p_2, \dots, p_n$  – количество груза (в тоннах), отправленного соответственно с 1-го, 2-го, ... n-го пункта транспортной сети за определенный период времени, т.

Наряду с этим определяется объем перевозки важнейших грузов по установленной номенклатуре.

Грузооборот является синтетическим показателем, учитывающим не только массу (тоннаж) перевезенного груза, но и расстояние его перевозки. Грузооборот определяется по следующей формуле:

$$p_1 l_1 + p_2 l_2 + \dots + p_n l_n = \sum p l,$$

где  $p_1 l_1, p_2 l_2, \dots, p_n l_n$  — грузооборот отдельных партий ( $p_1, p_2, \dots, p_n$ ) при соответствующем расстоянии ( $l_1, l_2, \dots, l_n$ ) их перевозки, т · км.

Грузооборот часто исчисляется не только по общей массе грузов, но и по отдельным важнейшим наименованиям.

Объем перевозки пассажиров обычно определяется за год по формуле

$$a_1 + a_2 + \dots + a_n = \sum a,$$

где  $a_1, a_2, \dots, a_n$  — число отправленных (перевезенных) пассажиров соответственно с 1-го, 2-го, ..., n-го пунктов, человек.

Пассажиरोоборот определяется как сумма произведений числа пассажиров на соответствующее расстояние их перевозки и определяется по формуле

$$a_1 l_1 + a_2 l_2 + \dots + a_n l_n = \sum a l,$$

где  $l_1, l_2, \dots, l_n$  — соответствующая дальность перевозки каждой группы пассажиров, пасс. · км.

Грузооборот и пассажиरोоборот нередко называют продукцией транспорта. Так как все виды универсального транспорта (кроме трубопроводного) осуществляют и грузовые, и пассажирские перевозки, возникает необходимость определения общей суммарной их работы по грузовому и пассажирскому движению. Однако объединение показателей выполнения пассажирских и грузовых перевозок в обобщенный показатель неубедительно и на автотранспорте малоиспользуется.

Помимо указанных основных общетранспортных показателей, дополнительно используются и другие показатели, отражающие определенные аспекты перевозочной деятельности.

Рациональность транспортных связей в стране (районе) оценивают показателем средней дальности  $l_{ср.г}$  перевозки 1 т груза, которая определяется по формуле

$$l_{\text{ср.г}} = \frac{\Sigma pl}{\Sigma p}.$$

Среднюю дальность  $l_{\text{ср.г}}$  рассчитывают в километрах по всему грузопотоку и по отдельным родам грузов.

При планировании, анализе и учете пассажирской работы транспорта часто используется показатель средней дальности перевозки пассажира, которая определяется по аналогичной формуле

$$l_{\text{ср.п}} = \frac{\Sigma al}{\Sigma a}.$$

Этот показатель вычисляется в целом по общему потоку пассажиров и по отдельным сообщениям. Чаще всего выделяются потоки пригородных и городских пассажиров.

Важным качественным показателем перевозочной работы для каждого вида транспорта является скорость доставки грузов и соответственно пассажиров на всем пути их следования от пункта первоначального отправления до пункта назначения.

На всех видах транспорта используются показатели, характеризующие экономическую эффективность (качество) работы. В этой группе важнейшее значение имеет себестоимость перевозок в копейках (за 10 т·км, 10 пасс. км и 10 привед. т·км) и производительность труда, измеряемая в приведенных тонно-километрах на 1 работника транспорта, занятого на перевозках (обычно в год).

В принципе себестоимость перевозки любым видом транспорта грузов  $S_{\text{г}}$  и пассажиров  $S_{\text{п}}$  определяется по формулам

$$S_{\text{г}} = \frac{\mathfrak{E}_{\text{г}} 10}{\Sigma pl}; \quad S_{\text{п}} = \frac{\mathfrak{E}_{\text{п}} 10}{\Sigma al},$$

где  $\mathfrak{E}_{\text{г}}$  – текущие эксплуатационные расходы по грузовому движению за расчетный период, руб.;

$\mathfrak{E}_{\text{п}}$  – текущие эксплуатационные расходы по пассажирскому движению за расчетный период, руб.;

$\Sigma pl$  – выполненный грузооборот, т·км;

$\Sigma pl$  – выполненный пассажирооборот, пасс. ·км;  $S_{\text{г}}$  – себестоимость перевозки грузов, руб./т·км;

$S_{\text{п}}$  – себестоимость перевозки пассажиров, руб./пасс.·км.

Себестоимость перевозки в приведенных тонно-километрах исчисляется по формуле

$$S_{\text{прив}} = \frac{(\mathfrak{A}_r + \mathfrak{A}_n)10}{\sum pl + K \sum al},$$

где  $S_{\text{прив}}$  - себестоимость перевозки в приведенных тонно- километрах, руб./т·км.

По существующему порядку планирования и учета в числитель последних двух формул включаются на автомобильном транспорте расходы, связанные с перевозками грузов и пассажиров, за исключением расходов на содержание автомобильных дорог.

Текущие расходы состоят из основных и накладных. К основным расходам  $C_{\text{осн.}}$  относятся: заработная плата работникам, непосредственно участвующим в перевозках; начисления на заработную плату, затраты на топливо и материалы; затраты на текущий ремонт и ТО подвижного состава; отчисления на амортизацию основных средств, стоимость запчастей, прочие расходы:

$$C_{\text{осн.}} = C_{\text{з.п.}} + C_{\text{топл.}} + C_{\text{ТОир.}} + C_a + C_{\text{з.ч.}} + C_{\text{прочие}}$$

К накладным расходам относят затраты, связанные с управленческой деятельностью.

Производительность труда определяется по формуле

$$J_t = \frac{\sum pl_{\text{прив}}}{R} \quad (\text{т·км/чел.·год}),$$

где  $\sum pl_{\text{прив}}$  – расчетные приведенные тонно-километры (обычно за год);

$J_t$  - производительность труда, т·км/чел.·год.

$R$  – среднесписочное количество работников за год, связанных с перевозками.

Эти показатели применяют на разных уровнях планирования и учета деятельности всех видов транспорта и транспортных средств. На эти показатели ориентируется государственное регулирование деятельности транспорта. Однако хозяйствующие субъекты, эксплуатирующие АТС, применяют, помимо приведенных основных показателей перевозочной деятельности, еще целый ряд связанных с

ней и(или) характеризующих ее показателей, в совокупности отражающих все наиболее значимые стороны своей работы:

- степень выполнения заявок (договоров, планов) на перевозки по их номенклатуре;
- число сходов АТС с линии и их причины; число
- дорожных отказов и их причины;
- расход топливно-смазочных материалов и его превышение относительно маршрутных или линейных норм; простои
- автотранспортных средств в ТО и ремонте; простои у
- грузоотправителей и грузополучателей; простои при
- пересечении границ;
- количество водителей, вовлеченных в ТО и ремонт; количество
- автотранспортных средств в ТО и ремонте; количество АТС,
- выпускаемых на линию и др.

Сходные по назначению частные показатели применяют на станциях технического обслуживания автомобилей, в пунктах технического осмотра и на других предприятиях автомобильного транспорта.

Показатели соответствия спросу выполненной транспортной работы для каждого вида транспорта отражают деятельность определенных перевозчиков по видам перевозок и регионам в конкуренции с другими видами транспорта и другими перевозчиками. Они характеризуют степень развития конкретной транспортной системы и удобны при анализе динамики развития рынков перевозок, эффективности применения видов транспорта и транспортных средств, маршрутов и систем транспортного обслуживания.

Показатели ущерба от выполнения транспортной работы оценивают уровень дорожно-транспортной аварийности и транспортной безопасности, воздействие транспорта на окружающую среду, риски при выполнении особых видов перевозок, потери грузов при выполнении перевозок.

Например, для оценки дорожно-транспортной аварийности используют систему показателей, включающую:

- число ДТП за определенный период;

- число погибших в ДТП за этот период;
- число раненых в ДТП;
- коэффициент тяжести ДТП;
- число ДТП без погибших и раненых, не включаемое в статистику

Государственной инспекции безопасности дорожного движения МВД Российской Федерации (Госавтоинспекции).

Показатели качества выполнения транспортной работы фиксируют своевременность и продолжительность доставки грузов и пассажиров, величины среднестатистических и наибольших опозданий, соблюдение правил обеспечения безопасности пассажирских и грузовых перевозок и других предписаний по выполнению пассажирских и грузовых перевозок. Эти показатели отражают «внешнюю» по отношению к исполнителям услуг (работ) по выполнению перевозок сторону деятельности транспорта и помогают защищать интересы пассажиров, грузоотправителей и грузополучателей.

Показатели расхода ресурсов при выполнении транспортной работы (ТСМ, запчастей, автомобильных шин и др.) представляют собой «внутренние» показатели эффективности деятельности каждого конкретного перевозчика и соответствующего вида транспорта в целом. Эти показатели на автотранспорте характеризуют качество работы технической службы автопредприятий и автосервиса, водителей и качество эксплуатируемой автотехники.

Указанные используемые во всем мире системы схожих показателей выполнения транспортной работы, оценки затрачиваемых на это материальных и трудовых ресурсов, а также негативных последствий деятельности транспорта, объединить пока не удалось.

***Основные отличия видов транспорта по показателям:***

1. Себестоимости.
2. Скорости транспортирования.
3. Регулярности функционирования (сезонности).
4. Производительности труда.
5. Универсальности (специализации).

Капиталовложения на 1 км на железнодорожного пути:

- в 1,5-2 раза больше, чем на автотранспорте;

- в 2-2,5 раза больше, чем для трубопроводного транспорта;
- в 6-7 раз больше, чем для речного транспорта.

Но капиталовложения на 1 млн. т грузов в год максимальны для автотранспорта.

### 1.3. Современное состояние развития автомобильно-дорожного комплекса России

Автомобильно-дорожный комплекс России объединяет разнообразные, управляемые разными органами власти, но, тем не менее, взаимозависимые и взаимодействующие подотрасли автомобильного транспорта и дорожного строительства, производственные сферы эксплуатации дорог и технической эксплуатации автомобильного транспорта, сферы контроля (надзора) и организации и регулирования безопасности дорожного движения, обеспечивающие их деятельность производства и эксплуатирующие организации (рис. 1.1).

Эти подотрасли взаимосвязаны, но развиваются разными темпами. По темпам развития российский автодорожный комплекс в новом столетии опережает другие виды транспорта.

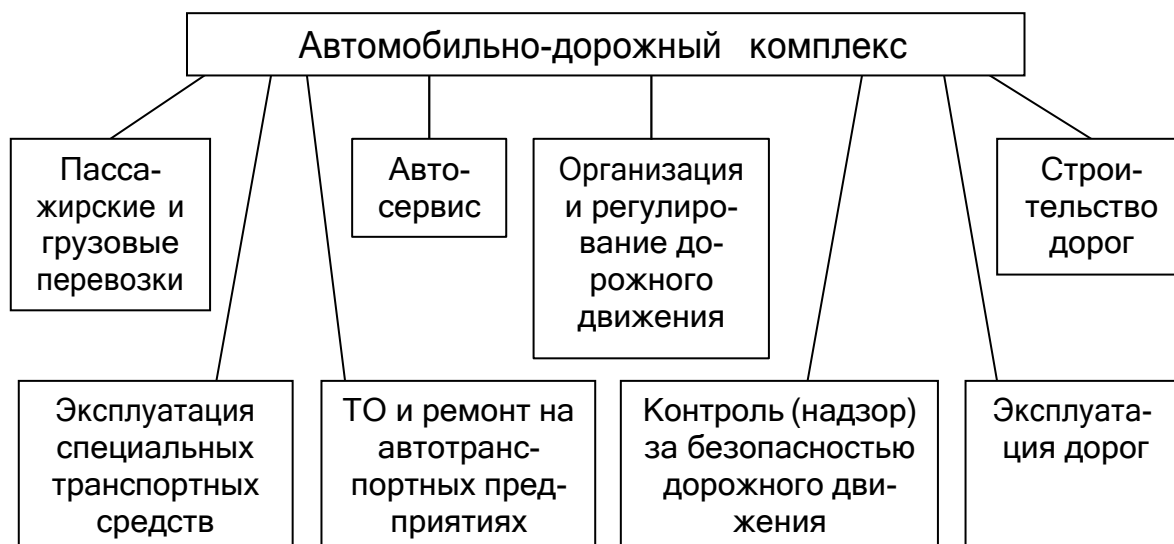


Рис. 1.1. Укрупненная структура автомобильно-дорожного комплекса России

В России с ее огромной территорией и относительно низкой плотностью расселения при слабом развитии сети автомобильных

дорог исторически сложилось превалирование железнодорожного транспорта над автомобильным. Многие десятилетия грузовой автотранспорт выполнял функции подвоза-вывоза к железнодорожным станциям и портам, а пассажирский автотранспорт не обеспечивал потребностей населения. Россия с большим опозданием включилась в автомобилизацию и лишь в нынешнем столетии стала в этом отношении догонять промышленно развитые страны. Это убедительно иллюстрирует сравнение динамики базовых показателей автомобилизации России и США (табл. 1.1).

Развитие автодорожного комплекса в значительной степени обеспечивается и предопределяется состоянием национального автомобилестроения. Темпы развития российской автопромышленности заметно уступают макроэкономическим показателям развития Российской Федерации. Показатели развития российской автопромышленности, занимаемой ею доли в продукции промышленного производства и в валовом внутреннем продукте (ВВП), степени удовлетворения национальных потребностей экономики и населения весьма скромные и заметно ниже, чем у более автомобилизированных стран (табл. 1.2).

Таблица 1.1

**Сравнительные показатели истории автомобилизации  
России и США**

| Страна | Годы | Численность населения, млн. чел. | Производство (продажа), млн. шт. | Автомобильный парк, млн. шт. | Обеспеченность легковыми автомобилями шт./1000 чел. |
|--------|------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Россия | 1915 | 167                              | 0,0005                           | 0,015                        | -                                                   |
|        | 1932 | Менее 160                        | 0,024                            | 0,075                        | -                                                   |
|        | 1941 | От 168,5 до 194                  | 0,21                             | 0,806                        | 0,8                                                 |
|        | 2011 | 142,865                          | 1,998                            | 47,95                        | 254                                                 |
| США    | 1915 | 99,1                             | 0,9                              | 2,5                          | 23                                                  |
|        | 1930 | 123,2                            | 2,9                              | 26,7                         | 187                                                 |
|        | 1941 | 132,2                            | -                                | 32,4                         | 245                                                 |
|        | 2011 | 311,6                            | 8,65                             | 249,9                        | 802                                                 |

Таблица 1.2

**Макроэкономические показатели развития  
автомобилестроения России**

| <b>Макроэкономические показатели</b>                                                                     | <b>Год</b>     |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
|                                                                                                          | <b>2008</b>    | <b>2009</b>    |
| ВВП (с учетом индекса дефляции), млрд. руб.                                                              | 32743          | 38743          |
| Численность населения, млн. чел.                                                                         | 142,0          | 141,0          |
| Численность трудоспособного населения, млн. чел.                                                         | 68,5           | 66,4           |
| Доля автомобильной промышленности в ВВП, %                                                               | 0,98%          | 0,57%          |
| Количество занятых в автомобильной промышленности от общего числа трудоспособного населения, млн. чел./% | 0,4795<br>0,7% | 0,3984<br>0,6% |
| Обеспеченность легковыми автомобилями населения, автомобили/тыс. чел.                                    | 225            | 229            |

Национальное производство автомобильной техники последние два десятилетия не увеличилось, а в 2009-2010 гг. резко сократилось из-за экономического кризиса (табл. 1.3).

Таблица 1.3

**Производство автомобильной техники в России в 2008-2010 гг.**

| <b>Вид продукции</b> | <b>Объем производства<br/>автомобильной техники, тыс. шт.</b> |             |             |
|----------------------|---------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
|                      | <b>2008</b>                                                   | <b>2010</b> | <b>2012</b> |
| Грузовые автомобили  | 91,0                                                          | 34,2        | 210,0       |
| Легковые автомобили  | 472,0                                                         | 283,5       | 2000,1      |
| Автобусы             | 23,7                                                          | 9,6         | 57,1        |

По данным НП «Объединение автопроизводителей России», ввоз автомобильной техники из-за рубежа в основном восполняет количественную потребность российской экономики в автомобильной технике (рис. 1.2 – 1.10).

Но импорт не в силах компенсировать ограниченные возможности российского автомобилестроения в обеспечении технического уровня, качества изготовления и разнообразия автомобильной техники российских конструкций, по-прежнему преобладающей в составе автомобильного парка в большинстве регионов страны. Техниче-

ский уровень продукции наших конструкций существенно уступает лучшим образцам зарубежных конкурентов. Не лучше положение в

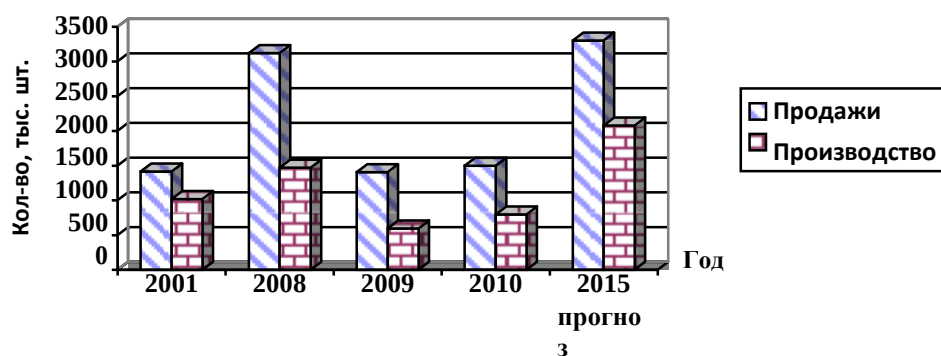


Рис. 1.2. Производство и продажи легковых автомобилей

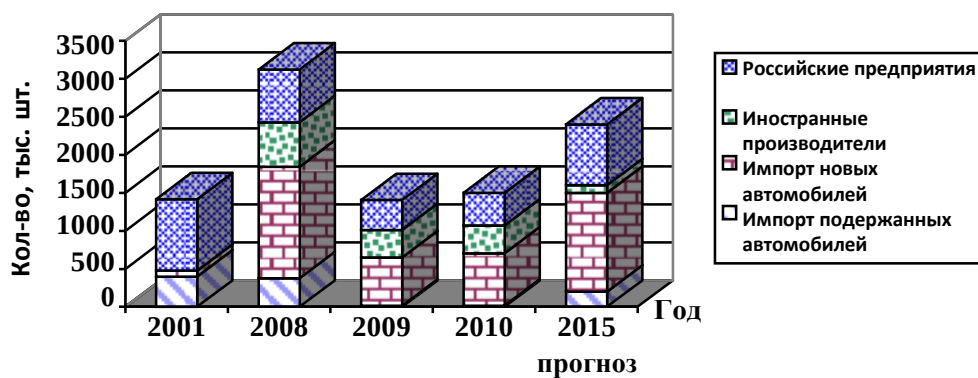


Рис. 1.3. Продажи легковых автомобилей

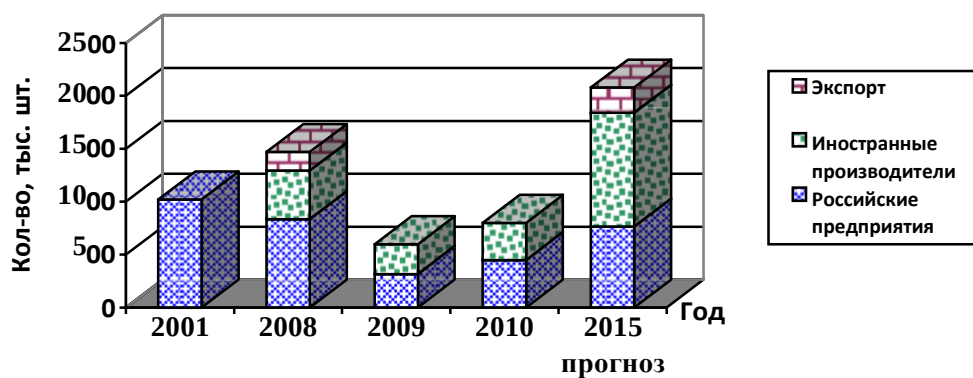


Рис. 1.4. Производство легковых автомобилей

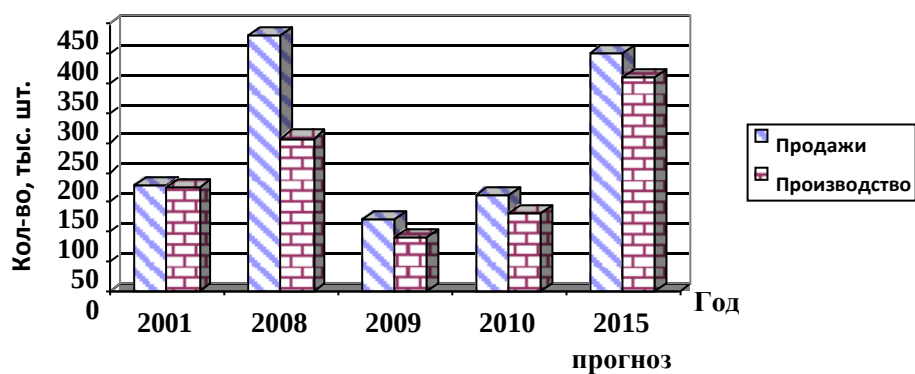


Рис. 1.5. Производство и продажи грузовых автомобилей

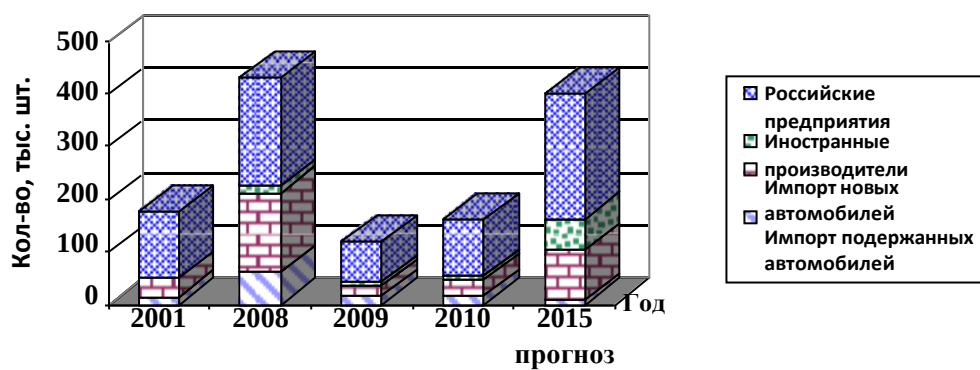


Рис. 1.6. Продажи грузовых автомобилей

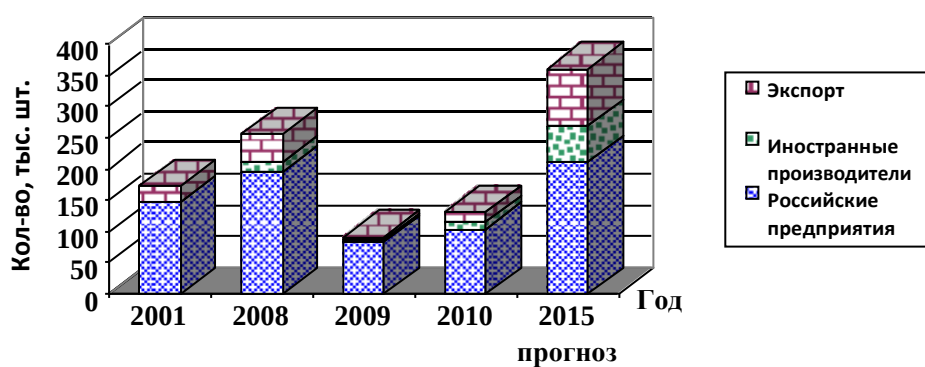


Рис. 1.7. Производство грузовых автомобилей

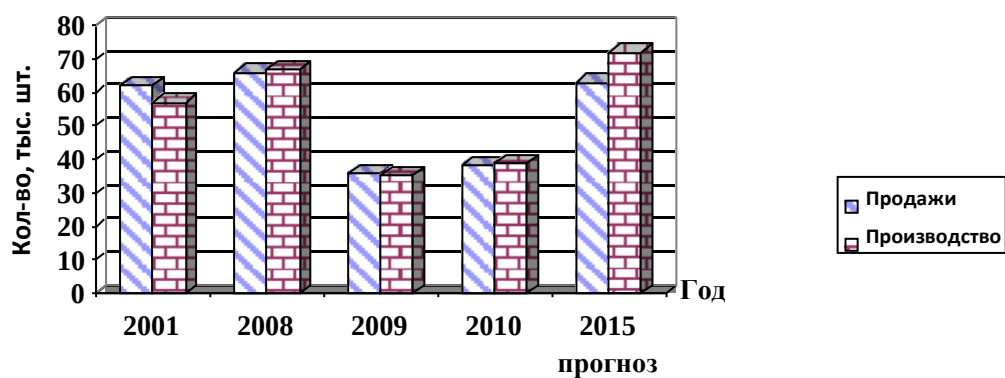


Рис. 1.8. Производство и продажи автобусов

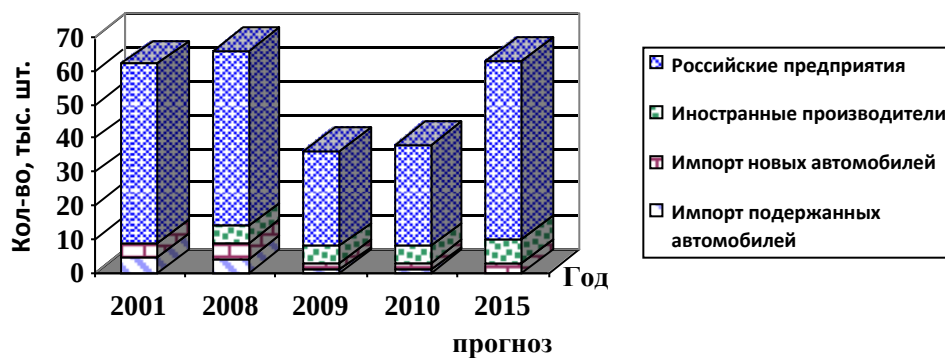


Рис. 1.9. Продажи автобусов

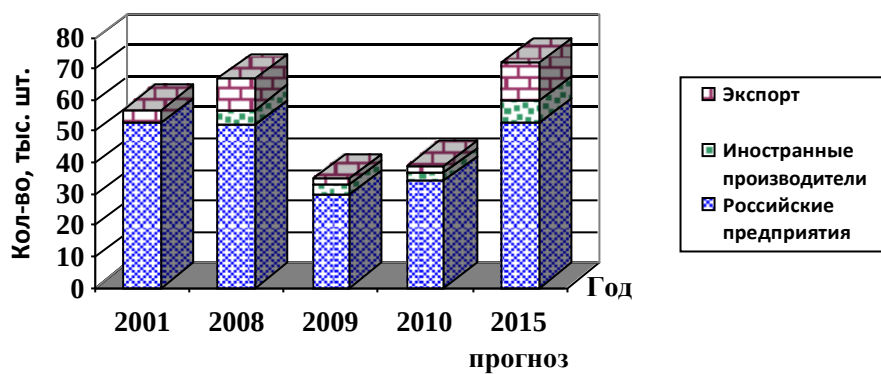


Рис. 1.10. Производство автобусов

обслуживающих автотранспорт отраслей промышленности (нефтепереработке, производстве гаражного оборудования и др.).

Номенклатура моделей и модификаций АТС российских конструкций на порядок и более уступает разнообразию продукции лидеров мирового автомобилестроения. Длительное сохранение такой ситуации в российских реалиях привело к «старению» всех составляющих эксплуатируемого автомобильного парка (рис. 1.11).

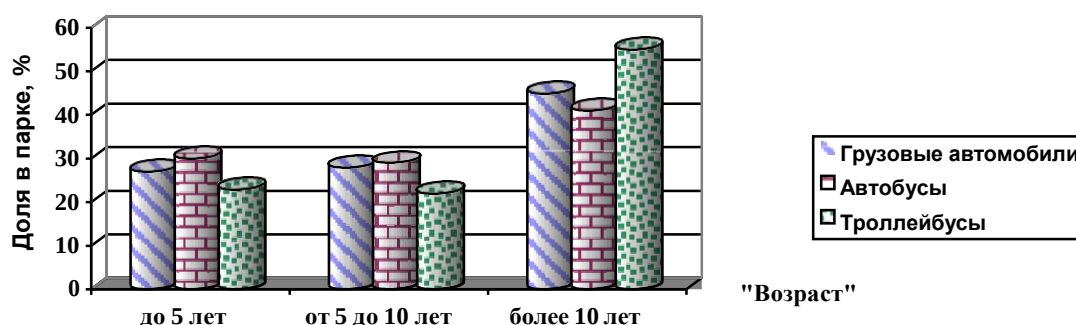


Рис.1.11. Возрастная структура автомобильного парка в 2009 г.

Особенно наглядно эта тенденция проявляется при сравнении возрастной структуры автомобильного парка России и наиболее автомобилизированных стран (табл. 1.4).

Таблица 1.4

«Возрастная» структура автомобильного парка и его обновление в автомобилизированных странах

| Страна   | Автомобильный парк, млн. шт. | Доля автомобилей со сроком эксплуатации более 10 лет |      | Ежегодное обновление парка, % |
|----------|------------------------------|------------------------------------------------------|------|-------------------------------|
|          |                              | млн. шт.                                             | %    |                               |
| США      | 239,8                        | 99,0                                                 | 41,3 | 5,5                           |
| Германия | 49,7                         | 10,3                                                 | 20,7 | 6,8                           |
| Япония   | 74,2                         | 14,8                                                 | 19,9 | 7,5                           |
| Россия   | 39,3                         | 18,4                                                 | 46,8 | 3,9                           |

Системной проблемой российского автомобилестроения стало технологическое отставание от мирового уровня.

Для преодоления проблемной ситуации в российском автомобилестроении разработана «Стратегия развития автомобильной промышленности до 2020 года. Качество и конкурентоспособность», наметившая комплекс мер по преодолению кризисных явлений, выбору стратегических партнеров, формированию нормативной базы для стимулирования локализации высокотехнологичных производств автомобильной техники и автокомпонентов, развитию национальной базы НИОКР и интеллектуальной собственности.

В числе этих мер «Стратегией...» предусмотрено:

- стимулирование обновления парка и спроса на новые АТС для наращивания внутреннего рынка;
- умеренные тарифные и нетарифные меры по ограничению импорта;
- повышение инвестиционной привлекательности российской автопромышленности;
- обеспечение коммерческой эффективности привлеченных инвестиций;
- гармонизация технического и таможенного законодательства в рамках Таможенного союза;
- развитие законодательства и нормативной правовой базы автомобилестроения;
- поддержка экспорта продукции российского автомобилестроения;
- совершенствование системы сбора и утилизации выведенных из эксплуатации АТС;
- модернизация и техническое перевооружение действующих производственных мощностей;
- реструктуризация российских поставщиков автокомпонентов;
- повышение доли локализации высокотехнологичных производств автомобильной техники и компонентов до 50%;
- развитие автомобильных кластеров, формирование новых особых экономических зон;
- развитие сервисной сети.

Восстановление конкурентоспособности национального автомобилестроения создаст предпосылки для модернизации российского автомобильного транспорта и его устойчивой конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках.

Материально-техническая база современного автотранспорта разнородна и территориально распределена по всем обжитым регионам России (рис. 1.12).

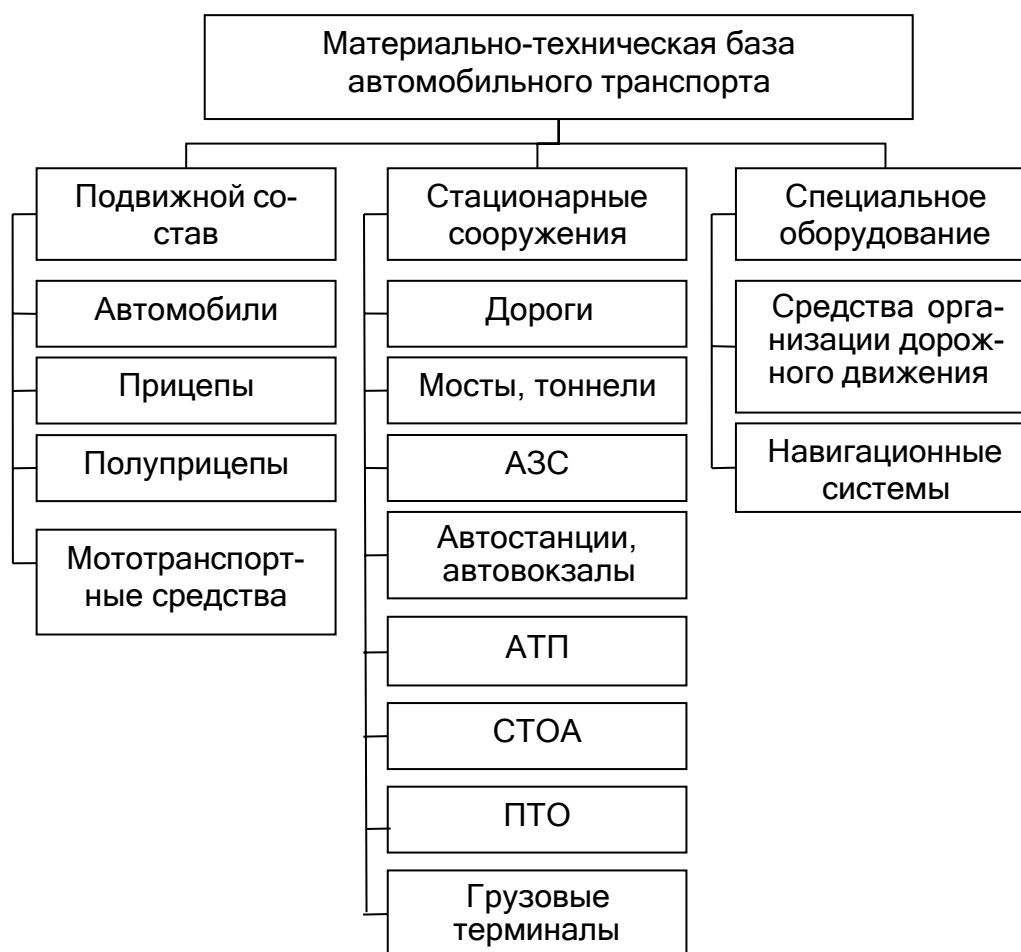


Рис. 1.12. Материально-техническая база автомобильного транспорта

Современное состояние российского автомобильного транспорта характеризуется децентрализацией размещения и организации деятельности при государственном регулировании автотранспортной деятельности, тенденцией повышения доли ведомственного автотранспорта за счет сокращения доли транспорта общего пользования на открытом рынке перевозочных услуг, работающем по заявкам на выполнение перевозок, и многократным ростом с

1991 г. сегмента автотранспорта личного пользования. При этом развитие российского автосервиса значительно отстает от темпов роста парка автомобилей в личном пользовании.

В технологическом отношении состояние российского автомобильного транспорта характеризуется механизацией практически всех трудоемких технологических процессов и операций, исключая вождение, относительным совершенством автомобильных конструкций, компьютеризацией ряда важнейших процессов управления, применением современных высоких технологий. Вместе с тем, автомобильный транспорт все еще остается одним из наиболее трудоемких, человекоемких и потому дорогостоящих видов транспорта. Конечным звеном в производственной деятельности автомобильно-дорожного комплекса служит выполнение перевозок автомобильным транспортом по территории России и в международном автомобильном сообщении.

Автомобильный транспорт в качестве важнейшего элемента транспортной системы страны осуществляет перевозки грузов во всех видах внутреннего сообщения: городском, пригородном и междугородном, включая завоз/вывоз грузов на железнодорожные станции, в морские и речные порты, аэропорты.

Автобусные, троллейбусные, трамвайные перевозки и метрополитен являются самым массовым и доступным видом регулярного общественного пассажирского транспорта, от эффективности работы которого в нынешних непростых условиях во многом зависит социальная и экономическая стабильность жизни слоев населения. На долю автомобильного транспорта приходится более 80% общего объема перевозок грузов (без трубопроводного), а на долю автобусного, троллейбусного, трамвайного транспорта и метрополитена — 95% пассажиров, перевезенных всеми видами транспорта. Ежегодно ими перевозится около 56 млн. пассажиров, а грузовым автомобильным транспортом — более 15 млн. тонн грузов.

В России водительские удостоверения на право управления транспортными средствами за 2012 г. получили 2 313 653 человека.

**Общая численность автомобильного парка** Российской Федерации на 01.01.2013 г. составила 50,512 млн. автомототранспортных средств (далее АТС), состоящих на учёте.

Из них: легковых автомобилей — 38,747 млн., в том числе иномарок - 8,8 млн.;

грузовых автомобилей — 5,712 млн.;

автобусов — 0,924 млн.;

мототранспортных средств — 2,497 млн.;

прицепов — 2,085 млн.;

полуприцепов — 0,544 млн.

Однако в реальности из общего числа 50,512 млн. транспортных средств, стоящих на учёте, к эксплуатации через технический осмотр допускается не более 84 %, т.е. менее 42,6 млн. транспортных средств. Таким образом, по численности эксплуатируемый российский автомобильный парк пока не превысил германский.

Основными недостатками парка грузовых автомобилей являются их высокий средний возраст и несовершенная структура парка. Только для 20% АТС срок службы не превышает 5 лет, а 52,5% АТС полностью амортизированы и их срок службы превышает 10 лет, в том числе более 47% легковых автомобилей, 62% грузовых автомобилей, 45% автобусов и 91% мотоциклов и мопедов. Затраты на амортизацию АТС составили 4,5 %.

В Российской Федерации насчитывается не менее 232 тыс. юридических лиц, на балансе которых имеются АТС. Юридическим лицам принадлежит более 4,7 млн. АТС (11% от их общего числа).

На учете состоит более 2,9 млн. грузовых автомобилей и около 410 тыс. автобусов, принадлежащих физическим лицам, большинство из которых составляют индивидуальные предприниматели. Свыше 10 тыс. (4,3%) юридических лиц имеют в собственности более 50 АТС; 19 тыс. (8,2%) юридических лиц — от 25 до 50 АТС и около 203 тыс. (87,5%) — менее 25 АТС.

Перевозки пассажиров автобусным транспортом на маршрутах общего пользования осуществляют 1768 крупных и средних автотранспортных предприятий (из них: 497 грузопассажирских и 1125

пассажирских предприятий). Федеральная служба по надзору в сфере транспорта (ФСНТ) выдала более 84 тыс. лицензий на выполнение перевозок пассажиров автомобильным транспортом (табл. 1.5). Однако доля крупных пассажирских и грузопассажирских автотранспортных предприятий с развитой технической службой в России ничтожна. Более 92 % лицензий приходится на хозяйствующие субъекты, эксплуатирующие по 1...10 автобусов, и лишь менее 1,5 % - на эксплуатирующих по 50...100 и более автобусов.

Таблица 1.5

Охват лицензированием хозяйствующих субъектов на автотранспорте в зависимости от количества эксплуатируемых ими автобусов

| Все-<br>го по<br>Рос-<br>сии | Лицензиатов, эксплуатирующих автобусы в количестве: |      |       |      |       |     |        |     |            |     |
|------------------------------|-----------------------------------------------------|------|-------|------|-------|-----|--------|-----|------------|-----|
|                              | 1-2                                                 |      | 3-10  |      | 11-50 |     | 51-100 |     | больше 100 |     |
|                              | всего                                               | %    | всего | %    | всего | %   | всего  | %   | всего      | %   |
|                              | 62775                                               | 74,3 | 14961 | 17,7 | 5779  | 6,8 | 608    | 0,7 | 426        | 0,5 |

Автобусный транспорт общего пользования обслуживает 1041 город и поселок городского типа, а также 71 тыс. сельских населенных пунктов. Легковыми таксомоторами обслуживается 41 город. В России действуют 28 тыс. автобусных маршрутов, в т.ч. 8282 — городских, 14161 — пригородных, 5810 — междугородных. В крупных и средних автотранспортных предприятиях эксплуатируется 235 тыс. автобусов, из них 72,6 тыс. — в пассажирских предприятиях на коммерческой основе, а у физических лиц - 410 тыс. автобусов.

На предприятиях всех отраслей экономики эксплуатируется свыше 2,5 млн. грузовых автомобилей, а на предприятиях отрасли «автомобильный транспорт» - более 50 тыс. При этом 70 % перевозок грузовыми автомобилями выполняется не за плату, а для собственных нужд. Объем рынка транспортно-логистических услуг в настоящее время достигает \$48,5 млрд.

В индивидуальной собственности находится более 2,8 млн. грузовых автомобилей (53% от парка грузовых автомобилей). Обновление парка грузовых автомобилей в 2007 г. в автотранспортных предприятиях составило 5 % вместо 10% по нормативу. В составе

парка грузовых автомобилей 28,4% составляют бортовые автомо- били, что втрое превышает их потребную долю.

Автомобильному транспорту присущи специфические пробле- мы, неотделимые от его техники, организации деятельности, техно- логий и истории. Эти проблемы усугублялись по мере развития ав- тотранспорта, но ни в одной из стран не найдены их решения. Уда- ется лишь сдерживать и смягчать эти проблемы на отдельных на- правлениях. Наиболее острые фундаментальные проблемы авто- транспорта указаны на рис. 1.13.

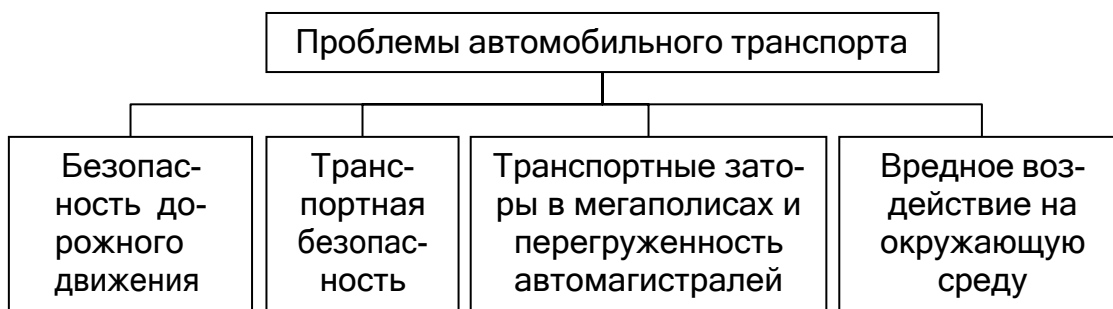


Рис. 1.13. Фундаментальные проблемы автомобильного транспорта

Первой практически с появлением автомобильного транспорта проявилась проблема безопасности дорожного движения. По мере автомобилизации России она обострялась и к началу нынешнего столетия стала нетерпимой. Предпринятыми мерами в 2008-2011 гг. впервые удалось добиться в России последовательного сокращения автотранспортной аварийности. Число ДТП за 2008 г., по сравнению с 2007 г., снизилось на 6,6% (218,3 тыс. ДТП), число погибших на 10,1% (29,9 тыс. чел.) и число раненых на 7,3% (270,9 тыс. чел.). Однако аварийность все еще остается на высоком уровне. В 2012 г., согласно статистике Госавтоинспекции, произошло 203597 ДТП, в которых погиб 27991 человек и пострадало 258612 человек, из кото- рых примерно 20 % останутся инвалидами. Коэффициент тяжести этих происшествий высок и составляет 9,2 %.

При не самой высокой численности населения и не самом крупном автомобильном парке Россия среди промышленно разви- тых стран не является лидером по абсолютной величине людских потерь в ДТП, численности раненых или происшествий с постра-

давшими. Но по наиболее объективным и убедительным относительным показателям аварийности (по числу погибших на 10 тыс. АТС) Россия занимает второе место после Индии среди стран с наиболее развитой экономикой и один из самых высоких в мире уровней риска дорожно-транспортной аварийности (рис. 1.14).

Риск гибели в ДТП у нас превышает 20 погибших на 100 тыс. населения. Участие в дорожном движении в России в 4-7 раз опаснее (как источник гибели людей в ДТП), чем в других европейских странах. Например, в 2008 г. произошло 173 ДТП с особо тяжкими последствиями.

Предприятия автосервиса и фирменного обслуживания обеспечивают потребителей автотранспортными средствами и самоходной техникой и поддерживают их в работоспособном состоянии посредством выполнения предпродажной подготовки, гарантийного и послегарантийного ТО и ремонта, утилизации автомобилей.

По данным «Национальной ассоциации предприятий технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств» (НАПТО), в России в 2009 г. действовало более 28000 станций технического обслуживания автомобилей (СТОА), в том числе только 3985 дилеров (13,9% от числа СТОА) и до 12000 индивидуальных предпринимателей. Согласно оценкам НАПТО, численность занятых в автосервисе к 2009 г. составила более 245 тыс. человек. Годовой объем автосервисного рынка достигает 48,5 млрд руб./год, а объем рынка запчастей и смазочных материалов — 18,65 млрд руб./год.

В России на каждую СТОА приходится 1436 легковых автомобилей, а в ЕС - не более 750. Для достижения европейского уровня России необходимо удвоить сеть автосервисов за счет ввода еще 26000 СТОА, доведя их число до 55000, а численность занятых — до 365 тыс. человек.

Только в Москве функционирует более 2500 больших и малых СТОА, располагающих 18 тыс. рабочих постов (из них более 60% - специализированные), включая моечные. При этом 88% СТОА с численностью рабочих постов менее 10 располагают 68% общего числа рабочих постов. На долю дилеров, представляющих системы

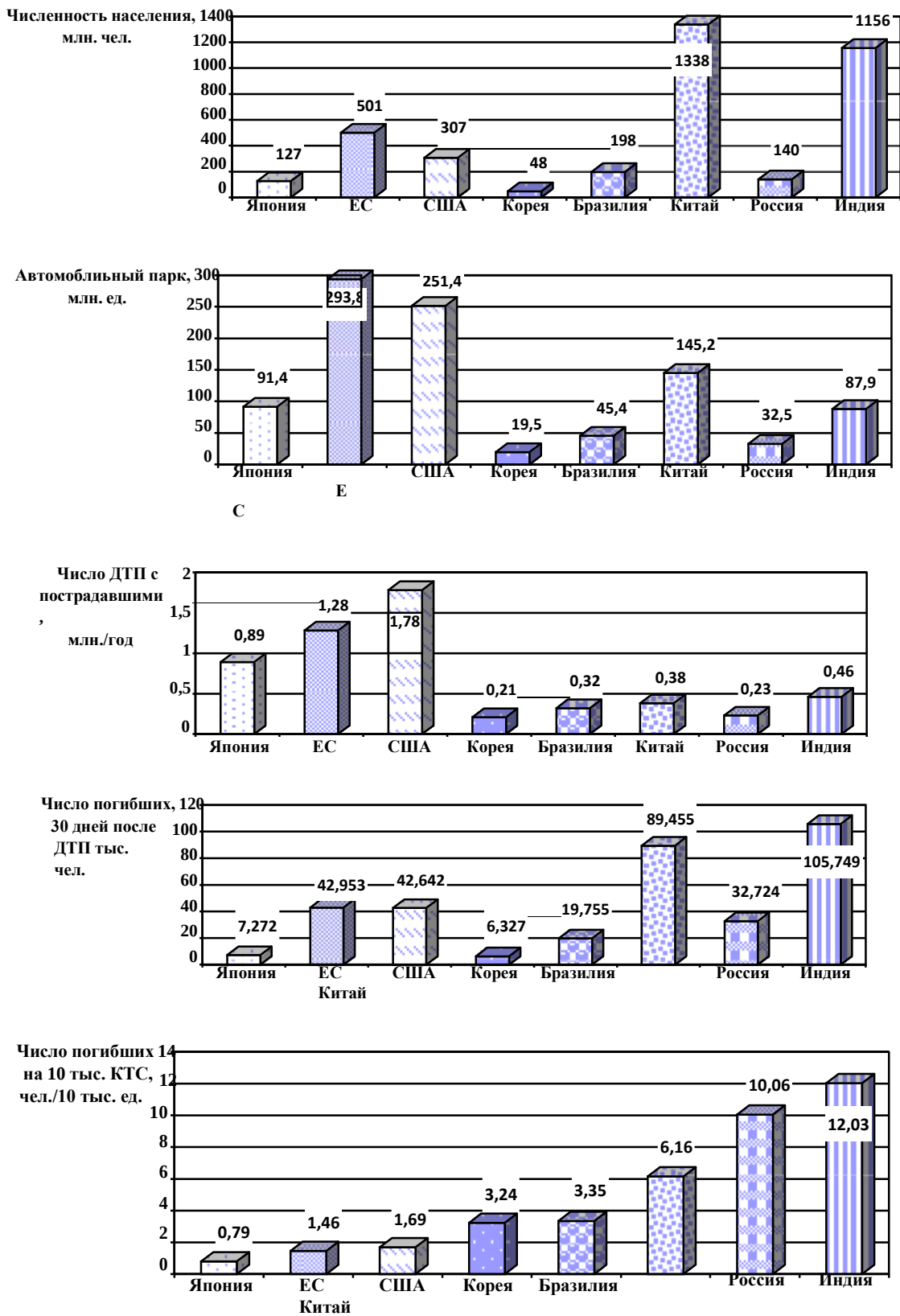


Рис. 1.14. Сравнительные показатели аварийности наиболее автомобилизированных стран

фирменного обслуживания, приходится менее 15% численности СТОА, тогда как в наиболее автомобилизированных западноевропейских странах — более 55%.

Продажу АТС на внутреннем рынке России осуществляют свыше 10 тысяч операторов. Но не более 10% их числа связаны дилерскими договорами с изготовителями. Между тем из-за пробелов в нормативной базе только условия этих договоров и обязывают продавцов к выполнению требований по предпродажной подготовке. При этом ответственность перед покупателями для продавцов нормативной базой не установлена, так что на практике они не несут ответственности за техническое состояние проданных автомобилей. По данным Госкомстата, оборот автосервиса составляет около 70 млрд. руб., или в среднем по 4 тыс. руб. на автомобиль в год. Между тем только на обязательные работы по ТО (без учета расходов на текущий ремонт) затрачивается в среднем от 12 до 18 тыс. руб. в год на один легковой автомобиль среднего класса и до 40 000 руб. в год — на полноприводные «внедорожники». Средняя величина затрат на ТО и ремонт не может быть поэтому ниже 20 000 руб. в год на один легковой автомобиль. Приведенная средняя фактическая годовая величина затрат собственника на автосервис в 4 тыс. руб./год свидетельствует, что лишь 1/5 часть оборота декларируется нашими СТОА, а примерно 280 млрд. рублей не отражается в отчетах по сборам от оказания автотранспортных услуг. Это служит отражением наличия серьезных проблем в автосервисе.

Ситуацию усугубляет присутствие на рынке автосервиса множества кустарных гаражных мастерских, не имеющих квалифицированным персоналом, оборудованием, документацией и даже государственной регистрацией. Более 22% эксплуатируемых в России легковых автомобилей ремонтируется в незарегистрированных мастерских или самими владельцами.

В конце прошлого столетия на российском автотранспорте начала формироваться централизованная система новых по назначению предприятий, подобных действующим в большинстве зарубежных стран и получивших у нас наименование пункты технического

осмотра (ПТО). На почти 20 тыс. официально зарегистрированных в России СТОА приходится 2513 ПТО, располагающих 3191 поточной линией осмотра, и 289 передвижных ПТО. Сеть ПТО обеспечивает проверку менее 80 % автомобильного парка, но все же в подавляющем большинстве регионов России АТС подвергается техосмотру с использованием средств технического диагностирования.

Непосредственными исполнителями работ технического осмотра являются более 8 тыс. специально подготовленных технических экспертов. Однако для полного обеспечения потребностей автомобилистов в России должно быть не менее 5600 поточных линий осмотра и не менее 10 тыс. технических экспертов.

В России на территории площадью 17,075 млн. км<sup>2</sup> создана уличная дорожная сеть (включая города и поселки городского типа), превышающая 1,1 млн. км. Плотность российской сети автомобильных дорог в расчете на 1 км<sup>2</sup> территории заметно уступает практически всем промышленно развитым странам (рис. 1.15).

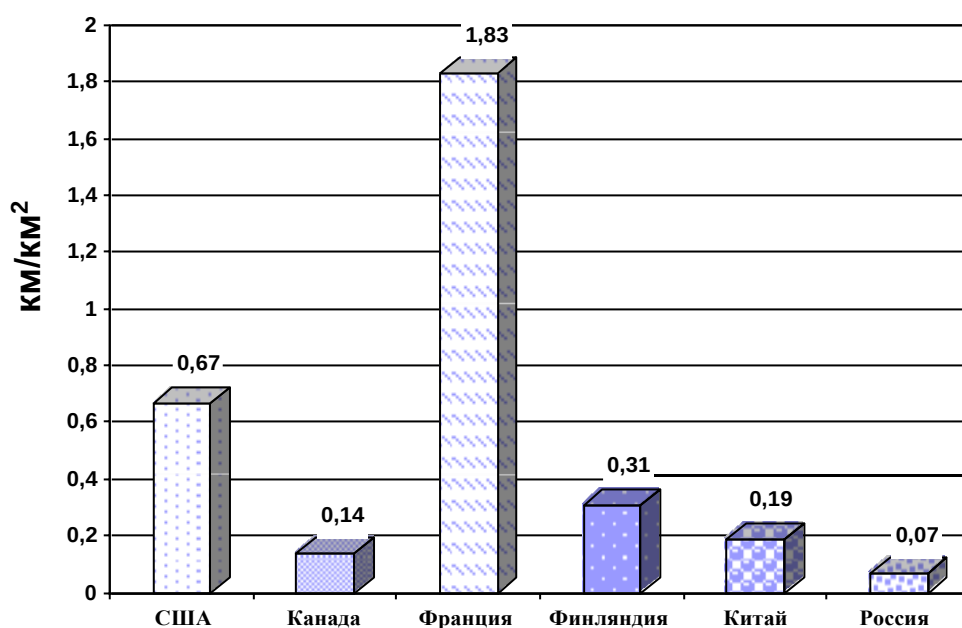


Рис. 1.15. Плотность сети автодорог на 1 км<sup>2</sup> территории в России и других промышленно развитых странах разных климатических поясов

Обеспеченность автодорогами в расчете на 10 000 жителей в России не самая низкая, но также уступает большинству промышленно развитых стран (рис. 1.16).

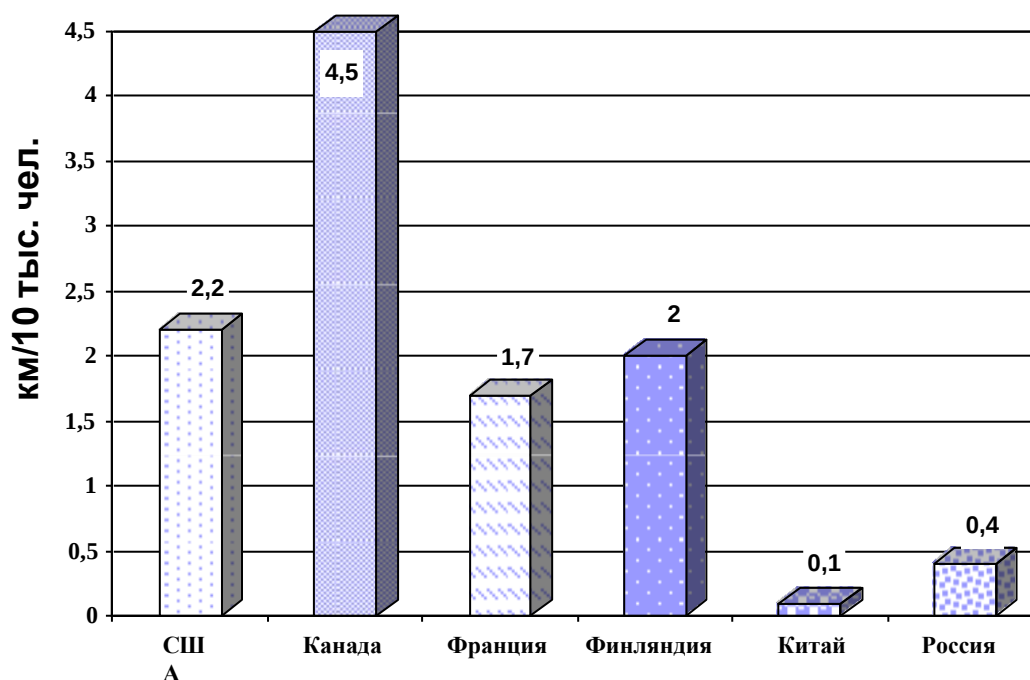


Рис. 1.16. Обеспеченность автодорогами в расчете на 10 000 жителей в России и других промышленно развитых странах

По данным Росстата 2010 г., при годовом приросте общей протяженности дорог 21 тыс. км всего в России эксплуатируется 665 тыс. км дорог общего пользования с твердым покрытием (табл. 1.6).

Таблица 1.6

Протяженность автомобильных дорог в Российской Федерации по состоянию на 2010 г.

| Административное значение                    | Всего, тыс. км | В том числе с твердым покрытием, тыс. км |
|----------------------------------------------|----------------|------------------------------------------|
| Автомобильные дороги                         | 1004           | 786                                      |
| в т.ч.:                                      |                |                                          |
| общего пользования                           | 825            | 665                                      |
| Необщего пользования                         | 179            | 121                                      |
| Из них:                                      |                |                                          |
| Федерального значения                        |                | 50                                       |
| Регионального или межмуниципального значения |                | 450                                      |
| Местного значения                            |                | 164                                      |
| Необщего пользования                         |                | 121                                      |

Для сравнения: в 1919 г. в России было всего 23 тыс. км с твердым покрытием, а к 1941 г. эксплуатировалась всего 1531 тыс. км дорог из них 143 тыс. км с твердым покрытием.

Протяженность автомобильных дорог в России с твердым покрытием составляет:

- федерального значения – 7%;
- регионального значения – 65%;
- необщего значения (ведомственные) – 16%;
- местного значения – 12%.

Следует особо отметить, что на автомобильных дорогах федерального значения, на которые приходится лишь 7% общей протяженности, выполняется 50% объема автомобильных перевозок.

При этом 28,2% российских дорог эксплуатируется в состоянии перегрузки, а 56% не обладает удовлетворительной прочностью дорожных одежд. Отчасти поэтому до 37% дорог имеет неудовлетворительную ровность дорожных покрытий, а 36% - неудовлетворительные сцепные свойства покрытий.

Для обеспечения круглогодичного бесперебойного дорожного движения в России нужно еще более 1,5 млн. км дорог.

На Российских дорогах установлено 30 тыс. км дорожных ограждений всех типов, 4,4 млн. дорожных знаков и более 18 тыс. светофорных объектов; 37% дорожных знаков и 95% светофорных объектов установлены в городах. В России эксплуатируется 49,7 тыс. мостов и путепроводов, в т.ч. 41,1 тыс. на автомобильных дорогах федерального и регионального значения. Однако около 11% мостов и 5,5% путепроводов имеют ограниченную грузоподъемность.

Потребности в дорожных ограждениях и дорожных знаках обеспечены на 30% и 20% соответственно. Ежегодные суммарные экономические потери от неудовлетворительного состояния и отсутствия автомобильных дорог оцениваются в 3% валового внутреннего продукта (на оборону Россия тратит 2,7% ВВП). Подвижность населения России в 2,5 раза ниже, чем в наиболее автомобилизованных странах, 50 тыс. населенных пунктов не имеют круглогодичной связи с наземными транспортными коммуникациями.

### Вопросы для самоконтроля

1. Цивилизационные факторы выделения транспорта в самостоятельную отрасль и их связь с новыми источниками развития транспорта в условиях глобализации развития человечества.
2. Характеристики современного состояния транспорта и его воздействие на экономику страны и жизнь населения.
3. Основные этапы развития автомобильного транспорта.
4. Чем характеризуется уникальность транспорта как сферы хозяйственной деятельности?
5. Что представляет собой совокупность количественных и качественных показателей деятельности транспорта?
6. Основные общетранспортные количественные показатели выполнения перевозочной работы.
7. Как можно в целом охарактеризовать современное состояние автотранспортного комплекса России?
8. Характеристики современного автомобильного парка России по его составяющим.
9. Характеристики автотранспортных предприятий и производственно-технической базы автосервиса в России.
10. Основные показатели современного развития российского дорожного комплекса.

## **2. ОСНОВНЫЕ ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНОЙ ВЕТВИ ТРАНСПОРТНОЙ НАУКИ**

Становление и развитие транспортной науки и создание на ее достижениях автотранспортных технологий не совпадают ни с историей формирования в каждой из стран автомобильного транспорта как самостоятельной отрасли, ни с хронологией организации научной деятельности в научных и проектно-конструкторских учреждениях в этой сфере, ни с последовательностью смены поколений работавших в них специалистов.

В каждой из автомобилизированных стран своя история и свои знаменательные этапы национальной транспортной науки, свой вклад в мировое развитие технических наук и национального автотранспортного комплекса, интегрированного в мировую транспортную систему. Становление транспортной науки неотделимо от истории национального и мирового автомобилестроения, от наращивания дорожной инфраструктуры, истории развития экономики и страны в целом.

Ограничимся историческим очерком основных этапов становления национальной российской автотранспортной ветви транспортной науки и разработок новых автотранспортных технологий, оставивших наибольший след в мировом развитии этой отрасли технических наук и наиболее повлиявших на формирование российского автомобильного транспорта. Покажем и те достижения в наших национальных автотранспортных исследованиях, которые внесли существенный вклад в мировое развитие науки о транспорте, признаны и по сей день широко применяются в разных странах, и те, что так и не были реализованы национальной промышленностью и вместо которых российский автотранспорт использует созданные за рубежом технологии и технические средства.

Формирование транспортной науки, как и других технических наук, было связано с необходимостью поддержки проектной деятельности на транспорте и объяснения наблюдений за его функционированием. Но транспортная наука миновала характерную для бо-

лее «старых» наук описательную фазу и сразу после своего появления приобрела объяснительный характер экспериментальных фактов и зависимостей. Созданный теоретический аппарат транспортной науки дал возможность толкования результатов эксперимента и оптимизации проектных решений для транспорта.

Транспортной науке на автотранспорте уже больше полувека, из нее давно выделилось проектирование автомобильной техники. Разделилась подготовка инженеров-автомобилестроителей и специалистов по эксплуатации автомобильного транспорта. В свою очередь, эксплуатация автомобильного транспорта разделилась на более узкие современные ветви и направления, по которым теперь готовят инженеров-транспортников [2]. Появляются все новые направления развития транспортной науки и автотранспортных технологий: автосервис, химмотология, логистика, телематика, транспортная безопасность. Но общей базой обеих ветвей транспортной науки, связанных с проектированием и эксплуатацией, остается теория автомобиля и теория его эксплуатационных свойств.

Приведем перечень этапных достижений российской науки об автомобильном транспорте в сфере автотранспортных технологий. Этот перечень не полон и не охватывает всего объема автотранспортных исследований, это лишь крупнейшие достижения прошлого, неотделимые в нашей памяти от обстоятельств их создания. Эти достижения отобраны субъективно специалистами по технической эксплуатации автомобильного транспорта, с учетом их поучительности для восприятия основ методологии транспортной науки. Их перечень не претендует на полноту и не отображает всех перипетий исторического развития национальной транспортной науки [3].

Но и он дает впечатляющую картину основополагающих **крупнейших наших достижений в становлении научной теории технической эксплуатации автомобильного транспорта:**

1. Создание теории автомобиля и исследования рабочих процессов двигателей, карбюраторов и топлив (Е.А. Чудаков, Н.Р. Бриллинг и др., с 1925 по 1932 гг.).

2. Создание технологий диспетчирования пассажирских и грузовых перевозок (Л.А. Бронштейн и др., с 1932 по 1940 гг.).

3. Создание нормативной базы эксплуатации автомобильного транспорта, включая нормы расхода ТСМ и запасных частей, пробега шин, времени погрузо-разгрузочных работ, ТО и ремонта, оплаты труда и др. (С.Р. Лейдерман и др., с 1934 по 1950 гг.).

4. Разработка нормативной базы проектирования гаражей (Г.В. Крамаренко, Л.Н. Давидович и др., с 1930 г. по 1932 гг.).

5. Обоснование применения и производства прицепов и полуприцепов результатами автопробегов и зарубежного опыта (Л.Л. Афанасьев, с 1955 по 1958 гг.).

6. Обоснование требуемой для народного хозяйства структуры автомобильного парка и разработка «под нее» типажей автотранспортных средств (Д.П. Великанов, А.А. Чеботаев, Ю.М. Власко, О.И. Гируцкий и др., с 1950 по 1985 гг.).

7. Создание теории эксплуатационных качеств автомобилей (Д.П. Великанов, с 1956 по 1960 гг.).

8. Развитие статистических методов оценки надежности автомобильной техники (Е.С. Кузнецов и др., 1965-1975 гг.).

9. Создание методов автомобильной диагностики (Н.Я. Говорущенко, Л.В. Мирошников и др., с 1965 по 1980 гг.).

10. Исследование температурных режимов в пассажирских АТС (Л.Г. Резник и др., с 1970 по 1985 гг.).

В приведенном перечне не отражены достижения конструкторской мысли в автомобилестроении и далеко не в полном объеме - многочисленные не столь заметные и крупные технологические достижения в сфере эксплуатации автомобильного транспорта, полученные многими сотнями наших исследователей-автотранспортников. Все технологические достижения на автомобильном транспорте имеют свои корни в научных результатах исследований, выполненных в России или за рубежом.

Новации на автомобильном транспорте имеют три источника: результаты научных исследований в сфере автотранспорта, инновационная деятельность промышленности и зарубежный опыт, за-

имствуемый вместе с транспортными средствами и технологическим оборудованием, новыми технологиями и обменом специалистами. Современный российский автотранспорт использует технологии, созданные не только российской транспортной наукой. В то же время, даже когда на российский автотранспорт переносятся технологические новшества из-за рубежа, необходим труд отечественных специалистов, чтобы доказать их эффективность в наших условиях, разобраться и адаптировать эти разработки к российским условиям эксплуатации, организовать их внедрение, обучить эксплуатационников.

Знаменательно появление рассматриваемых крупнейших достижений национальной транспортной науки именно в переломные периоды ускоренного развития автотранспортной отрасли. Это были исторически непродолжительные этапы наиболее интенсивного наращивания экономики в целом. Такое совпадение, конечно же, не может быть случайным, оно обусловлено подъемом внутренней мотивации исследователей-автотранспортников, усилением внимания к исследованиям со стороны бурно развивающейся отрасли.

Действительно, рассматривая приведенный перечень достижений нашей автотранспортной науки, нельзя не отметить их принадлежность к наиболее заметным и переломным этапам развития самого **автомобильного транспорта:**

- восстановление хозяйства и начало индустриализации страны после гражданской войны, с 1923 по 1930 гг.;
- ускоренное создание массового автомобилестроения, формирование крупного парка грузовых автомобилей и автобусов в период предвоенной механизации наземного транспорта и сухопутных войск Красной Армии, с 1936 по 1941 гг.;
- послевоенное восстановление и пополнение автомобильного парка дизельными автомобилями и прицепами, с 1945 по 1953 гг.;
- формирование автотранспортной отрасли, с 1950 по 1956 гг.;
- освоение крупномасштабного производства и обеспечение технической поддержки эксплуатации легковых автомобилей населением, с 1970 по 1975 гг.;

- бурная автомобилизация страны с переходом к рыночной экономике, с 1995 по 2008 гг.

Памятуя об исторической привязке и истоках актуальности выполненных прежде исследований к указанной этапности развития отрасли «автомобильный транспорт», приведем **краткий очерк истории создания лишь десяти достижений нашей автотранспортной науки.** Это именно очерк, а не обзор, и тем более не развернутая картина исторического развития транспортной науки. Авторы глубоко сожалеют о невозможности отдать дань памяти результатам работы мысли и трудам многих и многих не упомянутых здесь именитых и безвестных исследователей нескольких поколений, преданных автомобильной науке и собственной стране.

Итак, десять кратких фрагментов истории становления российской транспортной науки, которые учат выбору объектов исследования и поиску идей по совершенствованию этих объектов, оценке актуальности и востребованности своих и чужих исследований для автомобильного транспорта. Историй о людях и их достижениях, полностью или не вполне реализованных, об инженерах-автотранспортниках, искренне интересовавшихся автомобилями и автомобильным транспортом, в полной мере использовавших свои природные способности и квалификацию для развития этой новой отрасли транспорта во благо России.

#### **Создание теории автомобиля и исследования рабочих процессов двигателей, карбюраторов и топлива**

Ни царская, ни советская Россия не были передовой автомобилизированной страной. США, например, с начала XX века более чем на порядок опережали Россию по темпам автомобилизации. Наши современники часто не осознают, как молод автотранспорт и порожденная им ветвь транспортной науки. Например, к 1932 г. автомобильный парк страны не насчитывал и 75 тыс. автомобилей. В Москве при этом до 1932 г. было 30-32 тыс. ломовых извозчиков (т.е. много больше, чем автомобилей), что соответствует суммарной численности московского парка такси и «заказных» грузовых автомобилей транспорта общего пользования к концу XX века.

Тем удивительнее наш приоритет в создании в 1925-1932 гг. теории автомобиля еще до получения результатов индустриализации и пуска крупнейших автомобильных заводов. Вероятно, это, в первую очередь, связано с личностью и удивительным дарованием академика Евгения Алексеевича Чудакова. Именно он создал теорию автомобиля, ее математический аппарат и систему понятий, ставшую основой проектирования автомобилей. Он создал еще и научную школу, из которой вышли крупнейшие российские автомобильные конструкторы и исследователи. Он ввел преподавание теории и расчета автомобиля в МВТУ им. Баумана и стал одним из основателей МАМИ. Его ученики и ученики его учеников подготовили фундаментальные учебники и монографии, на которых воспитано не одно поколение российских специалистов-автотранспортников автомобилестроителей.

Подобной научной школы в области теории автомобиля не было ни в одной другой стране. До сих пор эмигрировавшие из России преподаватели, специализировавшиеся на теории автомобиля, без затруднений находят работу по специальности и в США, и в Европе. Далекие ответвления научной школы Е.А. Чудакова, ученики его учеников, стали основателями научных школ в родственных отраслях техники, например, Лев Владимирович Дехтеринский - в сфере дорожных машин.

Е.А. Чудаков оставил стране столько научных достижений в области теории автомобиля, что его до сих пор помнят и чтут потомки, сами никогда лично его не знавшие и вместе с ним не работавшие. Еще в 1939 г. он по праву был избран академиком АН СССР и пока остается единственным академиком от автотранспорта.

### **Создание технологий диспетчирования пассажирских и грузовых перевозок (1932-1940) в 1949 г.**

Автомобильный транспорт – это не только водители и подвижной состав, ремонтники и производственно-техническая база ТО и ремонта, но еще и специфически-автотранспортные, подчас уникальные технологии и, в первую очередь, – технологии организации перевозок грузов и пассажиров.

Как только начал формироваться автомобильный парк и транспорт общего пользования, встала задача рациональной организации грузовых и пассажирских перевозок. Именно в тот период с 1932 по 1941 гг. на вновь созданном городском пассажирском транспорте общего пользования была разработана технология диспетчирования городских маршрутных перевозок пассажиров и перевозок грузов автомобильным транспортом. Эта разработка была плодом национального российского опыта организации автомобильных перевозок. Ее выполнил небольшой коллектив разработчиков во главе с Львом Абрамовичем Бронштейном, внесшим наибольший вклад еще и в создание системы технико-экономических показателей эффективности и тарифов на выполнение перевозочной работы. В отличие от будущих автомобилестроителей и руководителей автомобильных заводов, разработчиков технологий диспетчирования перевозок не посылали в США перенимать передовой опыт. Нашими автотранспортниками эта разработка была выполнена независимо и это неудивительно: в странах с плановой экономикой вопросам группового управления автомобильными парками придавали большее значение, чем в странах с рыночной экономикой и с децентрализованной эксплуатацией автомобильных парков.

Еще в довоенный период разработанная технология «ручного» диспетчирования автомобильных перевозок применялась по всей стране. Ее инициатор - Л.А. Бронштейн - стал впоследствии выдающимся экономистом-автотранспортником, гордостью Государственного научно-исследовательского института автомобильного транспорта (НИИАТ) и МАДИ тех лет, а его имя и формулы вошли во все учебники по экономике автомобильного транспорта.

**Создание нормативной базы эксплуатации автомобильного транспорта, включая нормы расхода ТСМ и запасных частей, пробега шин, времени погрузо-разгрузочных работ, ТО и ремонта, оплаты труда и др.**

В отличие от рыночной, плановая экономика в своих механизмах регулирования деятельности предприятий опирается, прежде всего, на использование групповых норм. Эти нормы разрабатыва-

лись и утверждались для страны в целом, для отдельных видов деятельности, отраслей.

С развертыванием серийного производства автомобилей в 1932-1934 гг. и формированием крупных автомобильных парков и автотранспортных предприятий для организации контроля за эффективностью их деятельности потребовалась целая система разнообразных норм. Применительно к эксплуатации автомобильного транспорта уже в предвоенные годы (к 1940 г.) такая система норм была подготовлена и введена. Для ее создания были использованы экспертные методы, в основе которых лежали знания природы и специфики внутрипроизводственных отношений на предприятиях автомобильного транспорта и личный производственный опыт работников.

Именно тогда были разработаны практически все современные нормы технической эксплуатации автомобильного транспорта, которыми автотранспортники пользуются до сих пор (коэффициент технической готовности, нормы расхода ТСМ и запасных частей, нормы пробега шин, нормы простоя автомобилей в ТО и ремонте, нормы трудоемкости работ и др.). Тогда же были впервые созданы нормы времени погрузо-разгрузочных работ, нормы оплаты труда водителей и ремонтников на автомобильном транспорте и др.

В проведении этих разработок приняли участие десятки лучших специалистов тогда еще только формирующейся отрасли «автомобильный транспорт». Эти специалисты в те годы не подразделялись на экономистов, специалистов технической и коммерческой эксплуатации. Их подготовленность и опыт были универсальными, что наилучшим образом отвечало комплексному характеру решаемой ими задачи.

Их разработка была следствием глубоких исследований деятельности автомобильного транспорта. По номенклатуре нормируемых показателей и по их нормативным значениям в основе разработки лежали квалифицированные экспертные оценки. В результате качество подготовленных норм обеспечило их долгий срок службы. По мере совершенствования автомобильных конструкций и техно-

логий эксплуатации автомобильного транспорта эти нормы не раз уточнялись и детализировались, но в целом просуществовали до нашего времени.

Но авторство этих экспертных работ, результаты которых десятилетиями использовались автомобильным транспортом, не вознесло абсолютного большинства разработчиков к вершинам транспортной науки и даже не сохранило до наших дней их имен.

### **Разработка нормативной базы проектирования гаражей**

Начиная с 1930 г., для удовлетворения потребностей быстро развивавшегося автомобильного транспорта был выполнен комплекс разработок нормативной базы проектирования гаражей. К началу массового производства автомобилей на двух вводившихся в действие крупнейших автозаводах необходимо было предварительно обеспечить условия для их эксплуатации в стране, не имевшей ранее транспортной культуры, традиции массового применения техники. В противном случае эффективность начатой автомобилизации была бы занижена.

Для размещения и рациональной технической эксплуатации наращиваемого автомобильного парка нужно было организовать, возвести, спроектировать десятки тысяч новых автопредприятий (или, как тогда говорили, гаражей) для грузовых и легковых автомобилей и автобусов в тысячах городов и войсковых частей Красной Армии. Плановая экономика позволяла унифицировать и новое строительство, и технологическое оснащение создаваемых предприятий. Но, в первую очередь, нужны были типовые проекты гаражей, а для их создания требовалось подготовить и обосновать технологические нормативы для проектирования.

Вот именно эту работу по обоснованию инновационных технологических нормативов и методов проектирования гаражей выполнил коллектив молодых энтузиастов автомобильного транспорта под руководством Георгия Васильевича Крамаренко и Льва Николаевича Давидовича. Объемные теоретические и экспериментальные исследования, включавшие многочисленные обследования действовавших автотранспортных предприятий и дополнившие их

экспертные оценки, послужили научной основой разработанной ими системы методов и нормативов технологического проектирования.

Поразительно, что эта система была разработана в еще неавтомобилизированной бедной стране, разоренной братоубийственной гражданской войной, где телег было больше, чем автомобилей. Подобной системы технологического проектирования не было на «вооружении» ни в одной из обогнавших Россию тех лет автомобилизированных стран. Лишь передовые фирмы-проектировщики в этих странах использовали для себя отдельные «внутрифирменные» нормативы и частные элементы технологического проектирования предприятий автотранспорта.

В условиях плановой экономики разработанная прикладная теория технологического проектирования нашла повсеместное применение на гражданском и военном автомобильном транспорте. Она стала классической основой всех проектов создававшихся предприятий автомобильного транспорта, военного автомобильного транспорта и проектной деятельности института «Гипроавтотранс» и проектно-конструкторских бюро в ряде областных центров.

Впоследствии, исходя из потребностей автомобилизации, методы и нормативы технологического проектирования были детализированы применительно к станциям технического обслуживания легковых автомобилей, автозаправочным станциям, автовокзалам и появившимся к концу столетия пунктам технического осмотра. Были подготовлены используемые и поныне нормативные документы, монографии и учебники. Методы технологического проектирования стали основой подготовки новых поколений дипломированных специалистов-автотранспортников. Эту работу выполнили представители научной школы Г.В. Крамаренко (Георгий Михайлович Напольский, Виктор Григорьевич Коваленко и др.) и ученики его учеников.

Так, внутренняя готовность к выполнению разработки на заданную тему и качественное ее выполнение с глубоким всесторонним научным обоснованием ее элементов превратили, казалось бы, прикладную утилитарную, но актуальную заказную работу в период наиболее острой в ней потребности, в научную теорию ведущего на

автотранспорте вида проектирования. Она не просто нашла свое применение в годы экстенсивной автомобилизации, а будучи все-сторонне обоснованной и развитой, превратилась в одну из основ современной технической эксплуатации автомобилей. Разработчики методов и нормативов технологического проектирования стали не-пререкаемыми авторитетами, выдающимися специалистами автомобильного транспорта, создавшими свои научные школы. Г.В. Крамаренко создал и более 40 лет возглавлял крупнейшую выпускающую кафедру «Эксплуатация автомобильного транспорта» МАДИ, став признанным патриархом автотранспортного образования и транспортной науки.

### **Обоснование производства и применения прицепов и полуприцепов для грузовых автомобилей**

В период послевоенного восстановления экономики в 1945-1955 гг., начала массового строительства жилья и освоения целинных и залежных земель проявилась острейшая недостаточность провозных возможностей автомобильного парка. Строительство новых автозаводов дало бы эффект лишь спустя 10-12 лет, после насыщения парка новым подвижным составом. А меры нужны были безотлагательные, дефицит автотранспорта ощутимо тормозил развитие страны. Нельзя было ждать пополнения и замены подвижного состава на более производительный. И здесь спасительное решение нашли специалисты автотранспорта. Нашелся специалист, Леонид Леонидович Афанасьев, прошедший войну и получивший боевой опыт транспортирования боевой техники на прицепах, который знал о зарубежном опыте широкого применения грузовых автомобильных прицепов.

Он выдвинул и обосновал решение проблемы: развернуть широкое производство одновременно на нескольких заводах машиностроительного профиля прицепов для уже эксплуатируемых моделей. Такие прицепы почти удваивали провозные возможности эксплуатируемого грузового парка автомобилей, а в производстве были почти на порядок дешевле автомобиля. Но, главное, их производство можно было в административном порядке развернуть за 1-2 года

почти без капитальных затрат на уже имевшихся производственных площадях действующих цехов механообработки. Идея для страны оказалась находкой. Но выдвинувшим ее специалистам нужно было еще подтвердить ее реализуемость при эксплуатации: нужно было доказать наличие резерва тяговых и тормозных свойств эксплуатируемых грузовых автомобилей для буксировки прицепов в реальных, не всегда благоприятных, дорожных условиях.

И с этой задачей в 1954-1956 гг. всего за два года блестяще справился Л.Л. Афанасьев со своими единомышленниками. Теоретическими расчетами и эксплуатационными испытаниями плодотворность идеи производства и применения автопоездов была подтверждена. В обоснование идеи было привлечено исследование зарубежного опыта, обобщены результаты автопробегов и разработки опытных конструкций прицепов. Было развернуто серийное производство одновременно нескольких моделей прицепов, никогда ранее у нас не выпускавшихся. А автору идеи, уже не молодому практику, прошедшему войну командиру автотранспортных подразделений, ранее не бравшемуся за исследования такого уровня, была присвоена ученая степень доктора технических наук, ученое звание профессора и доверено руководство МАДИ.

Это счастливый пример полноценной практической реализации своевременно выдвинутой инновационной идеи и выполненных в ее подтверждение исследований. Сами по себе эти исследования не представляли общенаучной ценности и для мировой науки не давали новых прорывных научных методов, но для экономики страны представляли исключительно высокую практическую ценность. Да и сама идея использования автопоездов вместо одиночных грузовых автомобилей сравнительно небольшой грузоподъемности не представляла какой-то мировой новизны. Однако в условиях жестких ограничений сроков и доступных в то время ресурсов для решения общенациональной проблемы дефицита провозных возможностей грузового автомобильного парка идея была предложена исключительно своевременно и содержала одновременно приемлемый способ ее реализации.

Став ректором МАДИ Л.Л. Афанасьев еще немало сделал для автомобильно-дорожного комплекса страны: им было развито направление транспортной науки, которое мы называем организацией и безопасностью дорожного движения; организована подготовка автомобильных «инженеров-безопасников»; из технической эксплуатации автомобилей по его инициативе была выделена организация перевозок грузов и пассажиров в самостоятельную дисциплину, введено в учебные планы изучение электроники, автоматики и информатики. Под руководством Л.Л. Афанасьева был расширен МАДИ, реконструированы и достроены его корпуса, по традиционным и новым специальностям воспитаны тысячи новых специалистов автотранспорта, в числе которых и авторы этой книги.

### **Обоснование требуемой для народного хозяйства структуры автомобильного парка и разработка «под нее» типажей автотранспортных средств**

Исторически сложилось, что крайне немногочисленные наши автозаводы еще с предвоенных лет выпускали по одной - две модели автомобилей. Даже послевоенный грузовой парк на 95-85% состоял из универсальных бортовых автомобилей средней грузоподъемности с бензиновыми, как правило, двигателями. К 1960 г. к ним добавилось сравнительно небольшое число большегрузных дизельных автомобилей. Нерациональным по пассажировместимости был и парк автобусов. Небогатым был и набор выпускавшихся моделей легковых автомобилей, а прицепы к ним не выпускались. От этого экономические потери народного хозяйства достигали по экспертным оценкам 35% от совокупных затрат на его производство и эксплуатацию.

Автомобильная промышленность без исследований спроса давала транспорту не те автомобили, в которых он нуждался. В связи с этим после восстановления производства автомобильной продукции нашей промышленностью в 1965-1981 гг. неоднократно предпринимались исследования по обоснованию требуемой для народного хозяйства структуры автомобильного парка и по разработке на ее основе типажей рационального производства автотранспорт-

ных средств. Их в несколько итераций выполняли коллективы лучших специалистов Института комплексных транспортных проблем (ИКТП), Государственного научно-исследовательского института автомобильного транспорта (НИИАТ) и Центрального автомобильного и автотранспортного института (НАМИ), в числе которых были член.- корр. АН СССР Дмитрий Петрович Великанов, д-р. техн. наук Алик Александрович Чеботаев, канд. техн. наук Юрий Михайлович Вла- ско, д-р техн. наук Ольгерт Иванович Гируцкий и др.

Однако ни качество, ни убедительность разработанных обоснований не были в полной мере использованы автомобильной промышленностью, которая продолжала выпускать ту продукцию, которая была ей выгоднее и к которой уже были приспособлены технологии автозаводов. Даже освоение выпуска малотоннажных грузовых автомобилей семейства «ГАЗель» с 1993 г. не смогло до конца переломить ситуацию. Структура грузового российского автомобильного парка по-прежнему остается не совсем рациональной и не вполне отвечает потребностям автотранспорта. В связи с этим приведение структуры российского автомобильного парка и структуры национального производства автомобильной техники в соответствие с потребностями потребителей — автомобилистов и перевозчиков — остается актуальным даже и в современных рыночных условиях функционирования нашей экономики.

### **Создание теории эксплуатационных свойств автотранспортных средств**

В плановой экономике существует проблема административного, принудительного балансирования производства с изменяющимися потребностями и спросом потребителей. Этот процесс балансирования должен поддерживаться непрерывно в «ручном режиме» применительно к номенклатуре из десятков тысяч изделий, а также их комплектующих и запчастей. В частности, «плановое» производство в автомобильной промышленности при отсутствии естественного влияния спроса необходимо постоянно подстраивать под потребности автомобильного транспорта.

Учитывая, что потребительские свойства АТС характеризуются сотнями параметров, подобное «регулирование» свойств постав- ляемой потребителям автомобильной техники было крайне затруд- нено и неэффективно. В результате большая часть потребителей получала АТС в унифицированном исполнении, не отвечавшем ни потребностям, ни конкретным условиям выполнения перевозок.

В решении этой конкретной проблемы важнейшую роль сыгра- ли работы члена-корреспондента АН СССР Дмитрия Петровича Ве- ликанова. Как непосредственный участник и руководитель автопро- бегов и первых пробеговых испытаний автомобилей он первым по- нял, что такой сложный многофункциональный технический объект, как автомобиль, невозможно оценивать непосредственно измеряе- мыми техническими параметрами и предельными характеристиками функционирования, предоставляемыми изготовителями. Подобно великому Д.И. Менделееву в химии, он пришел к идее об использо- вании для оценки эксплуатационных свойств автомобилей системы особых вычисляемых параметров эффективности, производных от технических параметров их конструкций и функционирования. Эта идея была Д.П. Великановым обоснована и воплощена в теории эксплуатационных свойств АТС, которая широко применяется в на- ши дни. Но для ее построения и обоснования автору понадобилось не одно десятилетие, несколько монографий и десятки публикаций.

Эта теория стала научной основой оценки новых типов транс- портных средств и послужила научной платформой для обоснова- ния требований к проектируемой и ставящейся на производство ав- томобильной технике. Она послужила научной основой разработки типажей АТС для национальной автомобильной промышленности.

Несмотря на то, что эта теория была вызвана тогдашними, се- годня уже не актуальными, потребностями плановой экономики на- шей страны, она признана во всем автомобилизированном мире в качестве платформы вновь разрабатываемых систем оценок и по- лучает свое дальнейшее развитие, например, применительно к оценке современных компьютеризованных легковых автомобилей и специальных автомобилей коммунального хозяйства. Специалисты

автомобилестроения уже вместо термина «эксплуатационные» свойства применяют термин «конструктивные» свойства. Но сама теория Д.П. Великанова от этого ничего не потеряла и продолжает «работать». Ее принципы предложено использовать, например, для оценки потребительских свойств гаражного оборудования.

Так, казалось бы, чисто теоретическая оценочно-научная разработка, не имевшая прямого непосредственного внедрения ни в технологиях производства автомобильной техники, ни на эксплуатирующих эту технику автопредприятиях, оказалась востребована научными подразделениями, обслуживающими деятельность органов власти и автотранспортного комплекса.

Автор теории эксплуатационных свойств Д.П. Великанов стал одним из столпов транспортной науки, членом-корреспондентом Академии наук СССР, директором НИИАТ, а затем и директором Института комплексных транспортных проблем (ИКТП, ныне — НЦКТП). Он еще многое сделал для развития методов управления и организации перевозок. Но главное детище ученого - теория эксплуатационных свойств автотранспортных средств - вошла во все учебники автотранспортников и стала научной основой современных представлений в транспортной науке и в управлении деятельностью автомобилестроения.

### **Развитие статистических методов оценки надежности автомобильной техники**

По окончании Великой Отечественной войны применявшаяся к военной автомобильной технике планово-предупредительная система ТО и ремонта была принудительно перенесена на весь автомобильный транспорт страны. Однако ввиду изношенности автомобильного парка, недостаточной эффективности конструкций и низкого качества изготовления автомобилей этот перенос не дал решения проблемы его низкой надежности.

В поисках ее решения специалисты автомобильного транспорта Евгений Семенович Кузнецов, Ефим Александрович Индикт и другие использовали последние достижения теории надежности,

созданной на рубеже 60-х годов прошлого столетия, и ввели их в научный оборот при эксплуатации автомобильного транспорта.

Теория надежности с ее развитым математическим аппаратом была создана для оценки и отработки аналоговой и цифровой радиоэлектронной аппаратуры, механических и электромеханических систем военных объектов. Однако в этой сфере исследования предпринимались в интересах изготовителей указанных объектов, которые имели все возможности, чтобы реализовать полученные результаты, внося изменения в конструкции и повышая качество изготовления исследованных объектов. Усилиями российских исследователей математический аппарат теории надежности непрерывных механических объектов был дополнен для выполнения специфической оценки безотказности и долговечности АТС.

Минавтопромом СССР на опорных автопредприятиях автозаводов и НИИАТом для Минавтотранса РСФСР была организована уникальная система сбора и обработки данных по надежности основных семейств АТС. Эти данные нужны были автозаводам для отработки надежности производимых ими моделей АТС.

Но, в отличие от автомобилестроителей, эксплуатационники не имели своих возможностей для практического использования получаемых результатов. Специалисты-разработчики нашли им какое-то применение для наращивания и без того раздутой и не вполне эффективной базы статистических нормативов ТО и ремонта АТС. Но ни автопредприятия, ни станции технического обслуживания легковых автомобилей или регулирующие их деятельность органы власти не находили применения этим данным и в реальности не вели расчетов надежности АТС или их составных частей.

В условиях плановой экономики эксплуатирующие автопредприятия не использовали результаты наблюдений за надежностью, но продолжение этих наблюдений поддерживалось принудительно. С переходом к рыночным отношениям статистические методы надежности применяются только в научной среде и в сфере образования. В автосервисе вместо расчетов надежности, как и в других странах, используют накапливаемые данные по частотам отдельных

видов ремонта и заменяемых запасных частей по моделям и маркам обслуживаемых автомобилей.

Методы индивидуальной оценки работоспособности АТС и компьютерный учет потребляемых запасных частей и материалов в натуральном и денежном исчислении, господствующие на транспорте в странах с рыночной экономикой, теснят статистические методы надежности и основанную на них систему нормативов.

Е.С. Кузнецов сделал образцовую научную карьеру, защитив кандидатскую, а следом докторскую диссертации, возглавил научное направление, связанное с изучением работоспособности АТС в эксплуатации. Он заведовал отделом в НИИАТе, а затем кафедрой «Эксплуатация автомобильного транспорта» МАДИ в конце прошлого века.

### **Создание методов автомобильной диагностики**

С 1965 по 1990 гг. крупнейшим направлением инновационной деятельности на автотранспорте было развитие автомобильной диагностики. Хотя методы стендового диагностирования и применение специализированных осциллографов для проверки ДВС были предложены за рубежом, наши специалисты внесли значительный вклад в формирование диагностики как направления в технической кибернетике, в обоснование применения диагностирования в технологических процессах ТО и ремонта, в разработки стендовых, электронных и простейших средств технического диагностирования.

У истоков отечественных разработок в этой области стояли А.В. Серов, Н.Я. Говорущенко, Л. В. Мирошников, А.А. Филимонов.

Первую монографию по автомобильной диагностике, обобщившую опыт в этой сфере, подготовил в 1968 г. Николай Яковлевич Говорущенко в Харьковском автомобильно-дорожном институте.

Исследования по тематике автомобильной диагностики имели широкий размах: выполнялась программа существовавшего в то время Госкомитета по науке и технике СССР по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам (НИОКР) в этой области, программа Совета экономической взаимопомощи (СЭВ), Минавтотранс РСФСР более 20 лет финансировал эти раз-

работки и создал в МАДИ Отраслевую научно-исследовательскую лабораторию диагностики автомобилей. Аналогичные исследования финансировали Минавтопром СССР и Госкомсельхозтехники СССР. За эти же 20 лет было защищено свыше 130 диссертаций, изданы десятки учебников и монографий.

Большая часть НИОКР по автомобильной диагностике преследовала макетирование новых средств технического диагностирования, их последующие испытания и попытки внедрения [4]. Часто они выполнялись, отталкиваясь от зарубежных серийных образцов, без глубокой теоретической проработки. До внедрения была доведена лишь небольшая часть разработок, а конкурентоспособными в условиях рынка оказались считанные единицы.

Спустя 20 лет после завершения периода интенсивного развития автомобильной диагностики, обусловившая это развитие проблема эффективного восстановления работоспособности автомобилей потеряла остроту. Организована подготовка кадров инженеров-механиков и автомехаников, владеющих методами диагностирования, а диагностические процедуры введены во все технологии технического осмотра, ТО и ремонта на автотранспортных предприятиях и в автосервисе. Лидеры мирового автомобилестроения применяют в конструкциях своих автомобилей компьютерные встроенные системы диагностирования. Так диагностирование в минимально необходимом объеме стало неотъемлемой составляющей современных технологических процессов ТО и ремонта.

Однако средства технического диагностирования российских конструкций занимают меньшую долю даже нашего внутреннего рынка. Их применение, как и в наиболее автомобилизированных странах, стало обязательным только при техническом осмотре.

На добровольной основе диагностирование широко (но отнюдь не повсеместно) применяется профессионалами автосервиса и технической эксплуатации в технологических процессах ТО и ремонта. В этом отношении исследования, выполненные в 1971-1985 гг. научной школой Леонида Владимировича Мирошникова, не были напрасными, а выдвинутая ее лидером идея совмещения в единый

технологический процесс ТО и ремонта с диагностированием оказалась единственно верной. Обособленные «станции диагностирования» или «выделенные» технологические линии и процессы на автотранспорте не прижились. Так разумная, технологически выверенная научная идея Л.В. Мирошникова, подкрепленная исследованиями Отраслевой научно-исследовательской лаборатории диагностики автомобилей МАДИ, через 40 лет стала повседневной реальностью автотранспорта.

В последующем лишь единицы из числа специалистов, воспитанных на решении задач автомобильной диагностики, остались ей верны и продолжают исследовательскую работу в этой области. Большинство специалистов ушло в другие сферы деятельности, но и там они вносили заметный вклад в развитие автомобильного транспорта России, Белоруссии, Украины, Казахстана, Узбекистана.

К сожалению, в настоящее время наши передовые позиции в разработках компьютеризованных средств технического диагностирования, в том числе с элементами искусственного интеллекта, утрачены. Российские разработчики (научная школа В.М. Михлина и др.) раньше других приступили к их созданию еще с 1990 г., но по известным причинам до промышленного применения не довели. И в настоящее время в автосервисе, например, системы диагностирования с элементами искусственного интеллекта применяют только лидеры автомобилестроения (например, Volvo и Mercedes-Benz в своих фирменных техцентрах).

Новаторские исследования д-р техн. Наук, проф. Владимира Евсеевича Ютта по диагностике аппаратов электрооборудования автомобилей широко применяются промышленностью, а по его учебникам вот уже более 20 лет учатся студенты автотранспортных специальностей России.

Исследования по созданию компьютеризованных встроенных средств технического диагностирования автомобилей, едва ли не первыми в мире были выполнены в МАДИ в 1974-1986 гг. под руководством д-ра техн. Наук, проф. Адольфа Петровича Болдина, но

так и не были доведены даже до опытных образцов и российской автопромышленностью остались не востребованы. Теперь подобные системы составляют рутинную часть электронного оснащения большинства легковых и грузовых автомобилей, но только лучших зарубежных изготовителей. Наши исследования по созданию встроенных средств диагностирования способствовали современному развитию компьютеризации автомобилей, но, к сожалению, силами преимущественно зарубежного автомобилестроения и зарубежной автоэлектроники. В какой мере зарубежные фирмы, конструирующие эти системы, воспользовались идеями и результатами российских специалистов, остается только догадываться.

### **Исследование температурных режимов в пассажирских автотранспортных средствах**

В определенном смысле поучительна история исследований температурных режимов в пассажирских АТС. Пока автомобили оставались редкостью, а поездки в них были скорее удачей, чем заурядной обыденностью, отсутствие в них комфорта оставалось вынужденной нормой. С послевоенным многократным наращиванием производства автобусов и АТС других видов стало необходимым обеспечить в них более приемлемые условия для водителей и пассажиров.

АТС стали массовым орудием труда и нужно было обеспечить нормальные условия работы водителям. В первую очередь, нужны были нормальные температурные условия в российском не самом благоприятном климате. В конструкциях практически всех российских АТС были устройства обогрева и вентиляции. Но их эффективность оставалась совершенно недостаточной.

С 60-х годов XX века в течение двух десятилетий специалисты-эксплуатационники ведущих научно-исследовательских институтов и технических вузов Центральной России и Сибири (в числе которых были Леонид Григорьевич Резник, Михаил Борисович Ляликов и др.) с участием десятков инженеров и техников выполнили значительный объем научно-исследовательских работ (НИР) и опытно-конструкторских работ (ОКР) в этом направлении.

Их целью было создание системы параметров, нормативов и методов температурной оценки комфортности работы водителей и перевозки пассажиров в АТС разных моделей и назначения, эксплуатируемых в разных климатических условиях (от жарких районов, до Заполярья). Попутно выполнялись макетирование и испытания систем обогрева и вентиляции разных конструкций и предназначения. Для предъявления требований к автопромышленности по результатам проведенных исследований впервые в мире были разработаны показатели и методы оценки комфортности температурных условий в кабинах и салонах АТС, подготовлены стандарты, содержащие эти показатели и методы. Однако национальная автопромышленность не успела и не сумела реализовать эти опытные разработки систем обогрева и вентиляции.

В 90-х годах, с началом формирования внутреннего рынка автомобильных комплектующих, российские автозаводы стали ввозить новейшие высокоэффективные системы обогрева, вентиляции и кондиционирования, в том числе предлагаемые европейским лидером этого направления фирмой Webasto (Германия).

Таким образом, многолетние исследования нескольких институтов и конструкторских бюро оставили после себя лишь методику температурных испытаний и систему параметров оценки комфортности перевозки пассажиров в салонах АТС и температурных условий в кабинах водителей. Длительные и трудоемкие конструкторские и технологические разработки российских систем обогрева так и не нашли применения. Для реализации эксплуатации автомобильного транспорта они изначально и не предназначались, а промышленность в кризисные для нее годы не воспользовалась.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Укажите наиболее заметные переломные этапы развития российского автомобильного транспорта.
2. Когда, где и кем создана теория автомобиля?

3. Чем характеризуется зависимость результатов применения научных исследований на транспорте от личных качеств исследователей и направленности их усилий?

4. Как связаны масштабы и практическая полезность исследований на автотранспорте с выбором их направленности?

5. Что в наибольшей мере требуется от исследователей для успешной деятельности в транспортной науке и в транспортном образовании?

6. Как связана специфика исследований для автомобильного транспорта и их актуальность с его выраженной эксплуатационной природой?

7. Какие исследования для автомобильного транспорта Вам кажутся наиболее перспективными с учетом исторического опыта развития транспортной науки и почему?

8. Чем объясняется разный уровень применимости в истории автомобильного транспорта успешно выполненных для него исследований, давших объективно полезные инновационные результаты?

9. Какие полезные уроки дает история приведенных высших достижений автотранспортной ветви транспортной науки?

10. Какие требования, судя по прежнему опыту, нужно предъявлять исследователям к актуальности, новизне и выбору объекта своих исследований для успешной научной деятельности?

### **3. МЕТОДОЛОГИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

#### **3.1. Понятие о методологии научной деятельности**

Как известно, одним и тем же термином наука именуются знания, род деятельности и сама сфера научной деятельности [5]. Науку как сферу деятельности принято делить на фундаментальную и прикладную. Технические науки как целое относят к сфере прикладной науки. Объемы финансирования гражданских научных исследований в России в долях ВВП и тем более - в абсолютном выражении составляют менее 1 % от показателей США.

Согласно классификатору Высшей аттестационной комиссии (ВАК) выделено 22 отрасли науки. В России сохраняется двухступенчатая система ученых степеней (кандидат наук и доктор наук). По данным переписи населения 2011 г., в России 596 тыс. кандидатов наук и 124 тыс. докторов наук. Та же пропорция имеет место, например, и в МАДИ: из более, чем 1000 преподавателей 636 имеют ученую степень кандидата наук, а 110 - доктора наук.

Научными исследованиями в 2010 г. в России были заняты менее 275 тыс. человек, а остальные работали в области образования, в сфере управления и бизнесе. Из числа кандидатов и докторов наук свыше 56% заняты в технических науках. Более 20 % специалистов с учеными степенями - люди старше 60 лет. Доля женщин докторов наук не превышает 18,8 %, а кандидатов наук — 34 %. Женщин-исследователей в технических науках менее 42 %.

Согласно Федеральному закону Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», магистратура и аспирантура являются наиболее высокими уровнями (ступенями) высшего профессионального образования.

В 2010 г. в аспирантуре в России обучалось 157 тыс. чел. (из них только 23% - по техническим наукам), а прием в аспирантуру составил 55 тыс. чел. Однако только 28 % от численности приема защищает кандидатскую диссертацию и 17 % — укладывается в сжатые сроки, отведенные обучению в аспирантуре. Не случайно для аспи-

рантов, обучение которых связано с обязательностью выполнения экспериментов (в том числе, в технических науках), предложено увеличить продолжительность обучения в аспирантуре на год.

**Объектом исследования технических наук** служат создаваемые человеком технические объекты, технологии и их свойства. При этом в русскоязычной среде под **технологиями** (лат. *techne* — мастерство, искусство, умение) принято понимать соединение прикладного знания или технической науки с мастерством создания и применения техники, а в более узком значении — описание конкретного способа создания и (или) применения техники в документе установленной формы. В англоязычной лексике технологии часто служат обобщенным синонимом соединения технических наук и инженерии.

Соответственно характеру изучаемых объектов технические науки подразделяются по отраслям техники. Номенклатура специальностей научных работников, утвержденная Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25 февраля 2009 г. N 59 (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294), выделяет свыше 140 специальностей (узких направлений) в технических науках, из которых лишь 9 отнесены к транспорту (табл. 3.1).

**Технические объекты** исследуются техническими науками прежде всего в отношении общих для них фундаментальных аспектов:

1. Целей и эффективности применения.
2. Структуры или организации.
3. Функционирования.
4. Управления.
5. Эксплуатационных свойств.
6. Динамики работоспособности, износа, эксплуатационных свойств по мере выработки ресурса и старения в эксплуатации.
7. Взаимодействия с персоналом и окружающей средой.

Таблица 3.1

**Номенклатура специальностей научных работников  
в сфере транспорта**

| Шифр     | Отрасль науки, группа специальностей, специальность                                                                      | Отрасли науки, по которым присуждается ученая степень |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 05.22.00 | Транспорт                                                                                                                |                                                       |
| 05.22.01 | Транспортные и транспортно технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте | Технические                                           |
| 05.22.06 | Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог                                                          | Технические                                           |
| 05.22.07 | Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 11.08.2009 N 294)       | Технические                                           |
| 05.22.08 | Управление процессами перевозок                                                                                          | Технические                                           |
| 05.22.10 | Эксплуатация автомобильного транспорта                                                                                   | Технические                                           |
| 05.22.13 | Навигация и управление воздушным движением                                                                               | Технические                                           |
| 05.22.14 | Эксплуатация воздушного транспорта                                                                                       | Технические                                           |
| 05.22.17 | Водные пути сообщения и гидрография                                                                                      | Технические                                           |
| 05.22.19 | Эксплуатация водного транспорта, судо-вождение                                                                           | Технические                                           |

Технические науки изначально создавались для решения проблем в практической деятельности, в экономике, технике и технологиях, в обслуживании духовных потребностей людей. Не случайно технические науки именуются научным обслуживанием практической деятельности, в нашем случае — транспорта. Но при этом никому не придет в голову именовать математическую статистику научным обслуживанием страхования или банковской деятельности.

Помимо очевидных отличий объектов, изучаемых техническими науками, от естественно-научных объектов, существенны отличия в целях исследований технических и естественных наук. В естественных науках целью научной деятельности служит получение знания о естественно-научном объекте. В технических науках целью научной деятельности является решение или поиск решения конкретных технических или социально-экономических задач.

Таким образом, два принципиальных отличия от других отраслей науки выделяет технические науки как род деятельности: объект и цели исследований. Следствиями служат менее очевидные отличия, связанные с отграничением сферы технических наук и «внутринаучные» отличия их методологии, содержания и технологии исследований.

Кроме того, помимо объектной направленности и полного подчинения запросам практики, содержание деятельности в сфере технических наук и среду, в которой организована эта деятельность, отличает от других естественных и гуманитарных наук еще и взаимодействие с инженерией. Этим термином именуют сферу деятельности, род деятельности и область знаний специалистов, направляющих, формирующих и непосредственно руководящих практической деятельностью в промышленности, строительстве и на транспорте.

В других сферах человеческой деятельности, где велика доля образованных специалистов, непосредственно занятых практической работой, такого посредника между деятельностью прикладной науки и практикой нет. Например, в медицине, педагогике или геологии перенесение научных результатов в практику осуществляется образованными специалистами-практиками: врачами, педагогами, геологами. Результаты прикладных исследований в этих сферах напрямую передаются специалистам-практикам, которые их тиражируют и реализуют.

До конца XIX столетия инженерия и технические науки представляли одно целое. Массовое применение техники и индустриализация привели к выделению технических наук и формированию инженерии как системы самостоятельных сфер деятельности в каждой из сфер производства и транспорта. Инженерия в каждой из отраслей стала массовой. Именно инженерия направляет практическую деятельность и на транспорте. Органы власти и система финансирования лишь регулируют ее сбалансированность по видам транспорта и территориям.

**Инженерия** (инжиниринг) ищет наиболее рациональные решения в рамках уже апробированного, достаточно подтвержденного знания в пределах, допускаемых нормативными документами. Именно нормативные документы (стандарты, нормы, инструкции, СНиП, положения, технические регламенты, методические указания, административные регламенты, реестры, правила, регистры, уставы и др.) аккумулируют знания о технических объектах. Добываются эти знания силами технических наук в результате исследований.

**Техническая литература** (в том числе и учебники) — это лишь проводник знаний о технических объектах от сферы исследований технических наук к сфере образования, к преподавателям и студентам, а через них - и к практикам.

**Нормативный документ** — акт правотворчества, официальный документ установленной формы, определенным образом обозначаемый, утвержденный уполномоченным государственным органом (должностным лицом) в пределах его компетенции с соблюдением установленной законодательством процедуры, содержащий общеобязательные (или рассчитанные на применение в определенной сфере либо условиях) нормы, рассчитанный на неопределенный круг лиц и неоднократное применение.

В отличие от технической литературы, нормативные документы — это носитель данных, прошедших экспертизу по установленным государством процедурам и допускаемых государственными органами власти к применению инженерией в практической деятельности. Роль государства в данном случае — обеспечить безопасность практической деятельности и ее последствий через адекватность нормативной документации.

Инженерия строит свою работу строго в рамках нормативных документов, но используя при этом знания, почерпнутые из технической литературы. Каждый раз, когда решение задачи инженерией сопряжено с обеспечением безопасности и требует выхода за рамки предписаний нормативных документов, предварительно должны быть проведены исследования и соответствующая экспертиза полученных в них результатов.

Транспортная наука призвана добывать новое знание, а инженерия — создавать проекты в рамках уже накопленного и зафиксированного в нормативных документах известного знания. Специфика целей и объектов исследования в технических науках предопределяет их существенные отличия и от деятельности инженерии, и от естественно-научных исследований, в том числе и тех, на которые непосредственно опираются технические науки: механика, физика. Отличия исследований в технических науках имеют место также и в отношении их содержания и методологии.

**Методология науки** в традиционном понимании — это учение о методах и процедурах научной деятельности, а также раздел общей теории познания, в особенности теории научного познания (эпистемологии) и философии науки [5, 6].

**Научным методом** именуется упорядоченный метод познания, исследования, приближающий исследователя к истине.

В отличие от научного метода, более утилитарный термин **методика** обозначает всего лишь систему операций, процедур, приемов, либо их описание для работы с техническими средствами или данными, либо для установления фактов.

**Методология науки** в прикладном смысле — это система (комплекс, взаимообусловленная и взаимосвязанная совокупность) принципов и подходов исследовательской деятельности, на которые опирается исследователь (ученый) в ходе получения и разработки знаний в рамках конкретной естественно-научной или технической дисциплины [5, 6].

Именно в указанном прикладном отношении методология технических наук будет далее предметом рассмотрения на примере одной из ее ветвей — методологии транспортной науки.

Методы науки, ее методология меняются с течением времени очень мало. Традиция служит фундаментом и лежит в основе их эволюционного развития. Не столько подвергается развитию методология науки в ее прикладном значении, сколько понимание ее применений в появляющихся все новых отраслях технических наук. Пополнение представлений о методологии науки и технических наук

в частности процесс крайне медленный, в отличие от пополнения суммы знаний потоком новой информации, которую дает наука.

Это в полной мере относится и к парадигме технических наук, уже вполне сложившейся в рамках устоявшейся научной традиции к концу XX столетия.

При этом под **парадигмой** будем понимать общую концептуальную схему, ментальную модель принятия решений, основанную на сформировавшихся идеях, взглядах, подходах, понятиях и методах [5].

Парадигма технических наук отражает сформировавшуюся в них устоявшуюся научную традицию исследований, а личная парадигма исследователя — его собственную научную платформу, совокупность используемых им исходных предпосылок и общих представлений.

В процессе научного исследования человеческая мысль проходит путь от осознания наличия конкретного нерешенного вопроса, выявления противоречия и осмысления актуальности исследования определенного объекта к выдвижению научной идеи и далее к формированию понятий, суждений, гипотез; через получение и обобщение научных фактов, доказательство правильности гипотез и суждений посредством экспериментов и теорий.

**Научная идея** — это интуитивное объяснение явления без промежуточной аргументации, без осознания всей совокупности связей, на основании которой делается вывод. Выдвижение научных идей в идеале должно сопутствовать каждому исследованию. Оно особенно плодотворно на начальной стадии работы и служит уникальной априорной начальной формой систематизации имеющихся знаний об объекте исследования. Научная идея базируется на уже имеющемся знании и интуиции и остается бездоказательной до получения и перепроверки теоретических и экспериментальных результатов. Она служит интуитивным продуктом мысли исследователя и берется им на веру еще при дефиците информации и без убедительных подтверждений, но на уровне догадок вскрывает ра-

нее не известные и не замеченные закономерности или связи. Свое специфическое оформление научная идея находит в гипотезе.

**Понятие** - это мысль, отражающая существенные и необходимые признаки объекта. Общие понятия связаны не с одним, а с множеством объектов. Наиболее широкие понятия именуют категориями [5].

Понятия характеризуются объемом и содержанием. Объем понятия отражает круг объектов или аспектов этих объектов, на которые оно распространено, а содержанием понятия именуют совокупность объединяемых им признаков.

*Тождественными* называют понятия с одинаковым содержанием, но отличающиеся разной словесной формой. *Равнозначные понятия* имеют один и тот же объем, но отличаются по содержанием.

Содержание понятий раскрывают их определения, которые должны формироваться из ближайших родовых понятий и указывать на отличия вводимого понятия от других.

Углубление научного знания в значительной степени представляет собой уточнение, обобщение или ограничение, замещение и формирование новых понятий, внесение в их определения новых признаков. Процесс научного исследования начинают с определения используемых понятий и обычно завершают введением новых или уточнением прежних определений. Без строгих определений используемых понятий возможно ложное понимание исследователя.

**Умозаключение** — элемент процесса мышления, связывающий в последовательность два или более суждений. В умозаключении связь двух суждений иногда обнаруживает подчинение, когда одно (основание) обуславливает другое (следствие). Отдельные умозаключения могут именоваться выводами, однако не всякая последовательность суждений относится к умозаключениям или выводам.

Умозаключения делятся на дедуктивные и индуктивные. *Дедуктивные* умозаключения выводят частные следствия из общего

положения. В *индуктивных* умозаключениях на основании частных случаев приходят к общему положению.

**Суждение** - это мысль, в которой посредством связи понятий утверждается или отрицается что-либо. В суждении, как правило, сопоставляются понятия, отражающие объективные связи между мыслимыми предметами и их объективными признаками, устанавливается структуризация или связи между предметом и классомпредметов. К суждению приходят путём эксперимента (например, непосредственного наблюдения) или опосредованным путём с помощью умозаключений.

**Направленность научной деятельности в технических науках** показывает классификация ее результатов, отображающая их значимость в порядке убывания:

1. Изменение целеполагания.
2. Прогнозирование.
3. Изменение нормативов.
4. Создание программ и технологий достижения целей (новых нормативов).

Однако по частоте получения в реальных исследованиях указанные результаты приведены в обратном порядке, от наиболее редко к наиболее часто достигаемым результатам. Обоснования новых целей исследованиями в технических науках наиболее ценны, но на практике и наиболее редки.

В сфере технических наук проводятся исследования, а основу инженерной деятельности составляет проектирование. Однако объектом как исследований, так и проектирования могут служить одни и те же технические объекты, в том числе, эксплуатируемые. Технические науки непосредственно соприкасаются с инженерией, взаимодействуют с ней, питают друг друга и способствуют взаимному развитию. Невозможно определить, что из них первично и чем инициируется. Но по характеру, методологии и результатам деятельности между ними имеются существенные отличия (табл. 3.2).

Таблица 3.2

**Сопоставление характера, методологии и результатов  
деятельности технических наук и инженерии**

| Продукция (практическая значимость результатов) |                                                     |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| технических наук                                | инженерии                                           |
| Новые методы деятельности                       | Технико-экономические обоснования<br>(бизнес-планы) |
| Новые нормативы                                 | Проекты                                             |
| Программы работ                                 | Планы работ                                         |
| Прогнозы                                        | Варианты и обоснования управленче-<br>ских решений  |
| Технические предложения                         | Инженерные решения                                  |
| Научные лаборатории и аппарату-<br>ра           | Технологии                                          |

Даже когда технические науки и инженерия дают сходные про-дукты (например, технические предложения и инженерные реше- ния), между этими продуктами все же значительные отличия в но- визне, общности и размерах применимости, обоснованности и дока- зательности эффекта от применения. Такие преимущества продук- ции технических наук достигаются их отличиями от инженерии, в том числе — в отношении методологии получения и перепроверки получаемого в них нового знания (рис. 3.1).

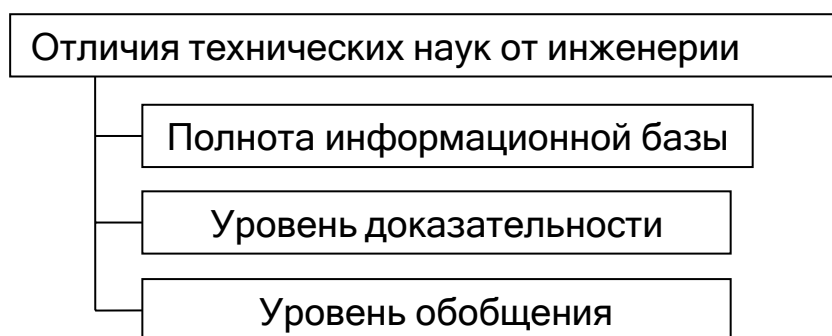


Рис. 3.1. Методологические отличия технических наук от инженерии

Важнейшее отличие технических наук от инженерии заключа- ется в требованиях к новизне их результатов. Продукция инженерии (проекты, технологии, планы работ и др.) почти всегда является но-

вой. Отличия в проектах, например, всегда присутствуют. Но уровень их новизны ограничен пределами известного знания о проектируемых технических объектах, рамками действующей нормативной и директивной документации. Поэтому и отличия проектов (или технологий) друг от друга ограничены и носят преимущественно эволюционный характер.

Результаты научной деятельности обладают более глубокой новизной, так как по определению наукой именуется деятельность по добыче нового знания. В технических науках инновационные проектные предложения, содержащиеся в исследованиях и разработанные по их результатам, обладают принципиально большей новизной. Как правило, именно они и носят революционный характер. Это тоже проектные предложения. Но их появление, уровень новизны и техническая сущность часто не прогнозируемы, поскольку стали возможными лишь в результате получения нового знания. Формализовать указанные отличия в результатах научной деятельности и инженерии не так просто и оценки новизны делаются экспертно профессиональным сообществом специалистов.

**Отличия методологий проведения научных исследований и проектирования** определяют и отличия в их содержании.

В технических науках обязательна проработка целей исследования, тогда как цели проектирования задаются извне еще до его начала.

Проект может не быть инновационным в широком смысле этого понятия.

Проектирование может обходиться без экспериментальных исследований, а вместо теоретических построений включать лишь расчеты по известным методикам.

Применимость и эффективность проектов почти всегда ограничены числом проработанных вариантов проекта, оптимальность проектируемого объекта ищется и подтверждается только для определенных вполне конкретных условий реализации и только на ограниченном числе возможных реализаций и исполнений объекта. Применимость результатов исследований в технических науках

много шире и ограничена лишь пределами исследованных множества характеристик объектов в изученных условиях.

Каждое исследование в технических науках, и в транспортной науке в частности, должно содержать обоснование проектного предложения инновационного уровня. Часто его более коротко именуют реализацией исследования. Наличие этого предложения или является компонентом гипотезы исследования, или вытекает из результатов исследования и служит одним из их возможных применений или следствий из этих результатов. В диссертационных работах, например, инновационному предложению посвящают последнюю главу и приложения, а в заказных НИР его излагают в самостоятельном выходном материале, прилагаемом к отчету по НИР.

Составной частью наиболее крупных проектов и проектов принципиально новых объектов служат исследования, которые несут все или часть элементов заказных НИР. Как правило, цели и объемы таких исследований предопределяются задачами проекта.

Внешним признаком научных отчетов по НИР и диссертационных исследований, в отличие от проектных сугубо инженерных работ, служит наличие описаний методик выполненных исследований и их результатов, содержащих новое знание об объекте. В них может сверх этого содержаться еще и инновационное проектное предложение с обоснованиями. А в инженерных работах содержится только проектное предложение и более или менее глубокое обоснование его целесообразности, часто сопровождаемое теоретическими выкладками и расчетами. В крупных проектах содержится проработка нескольких вариантов проектного предложения с обоснованиями каждого. И лишь в наиболее инновационных проектах пионерного уровня может содержаться описание исследований (чаще всего теоретических, преследующих разработку нового метода расчета), сопутствовавших проектной работе.

Вместе с тем, исследования в технических науках методологически существенно отличаются и от естественно-научных исследований.

### 3.2. Особенности методологии технических наук

В естественных науках исследования могут быть теоретическими или экспериментальными, либо содержат обе эти составляющие. Их выполняют для восполнения пробелов в накопленном знании или для устранения противоречий в объяснении накопленных фактов. Цель таких исследований обычно достаточно очевидна для исследователей и определяется соотношением подтвержденного и требующего проверки знания [6].

Основными задачами (и соответствующими компонентами) исследований в естественных науках являются выработка гипотезы исследования, построение описания (модели) объекта исследования, теоретическое и экспериментальное подтверждение непротиворечивости полученного описания и всех следствий из него с учетом всего объема накопленного знания.

Естественно-научные исследования отличаются от исследований в технических науках целями, характером объектов изучения, содержанием, методами и способами реализации получаемого нового знания. Отличия целей и объектов исследования в технических науках указаны выше, а отличия в направленности и методологии и реализации результатов исследований в технических науках и естественно-научных исследованиях отражены в табл. 3.3 [7].

В абсолютном большинстве случаев исследования в технических науках имеют прикладной характер и по своим базовым представлениям о свойствах и методах изучения технических объектов вторичны по отношению к естественно-научным принципам и методам теоретической механики, физики, химии, математики. В них, как правило, преследуется детализация исследования частного случая известной общей закономерности или сочетания действующих факторов (но и большинство естественных наук — биология, геология, химия — тоже могут рассматриваться как производные физики с тематикой).

Таблица 3.3

**Отличия методологии исследований в технических и  
естественных науках**

| Исследования в технических науках                                                     | Естественные науки                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Цель исследований – реализация результатов для совершенствования технических объектов | Цель НИР – получение нового знания                                                    |
| Направленность определяется социально-экономическим заказом                           | Направленность определяет исследователь в стремлении к пониманию природы              |
| Обязательность доказательного обоснования целей исследования                          | Необязательность наличия прикладных целей исследования                                |
| Наличие инновационного предложения или его обоснования                                | Необязательность видимой практической полезности исследований                         |
| Наличие экспериментальной составляющей                                                | Допустимость теоретических исследований                                               |
| Специфичность методов экспериментальных исследований                                  | Наибольшее разнообразие методов экспериментальных исследований                        |
| Многоаспектность объекта исследования                                                 | Приемлемость изучения объекта в единственном аспекте                                  |
| Обязательность технико-экономической оценки применения результатов                    | Необязательность получения социально-экономического эффекта от применения результатов |

Содержание исследований в технических науках методологически и по своей направленности неразрывно связано с практической деятельностью в экономике, оборонной сфере и обслуживании духовных запросов общества. Типовое содержание исследований в технических науках включает в общем случае ряд составляющих, в совокупности отображаемых установившейся за многие десятилетия хорошо отработанной методологией исследований [7].

***Методологическое представление содержания исследований в технических науках***

1. Восприятие социально-экономического заказа, осознание нерешенной проблемы, определение цели НИР.
2. Определение и классификация объекта исследования (поиск и формулировка признаков объекта, отображающих общность исследуемых свойств и связей).

3. Определение характера исследуемой стороны (аспекта) объекта исследования (т.е. предмета исследования). Он может быть, например, функциональный, организационный, морфологический, информационный.

4. Формулирование гипотезы исследования.

5. Поиск и (или) создание аппарата декомпозиции (языка описания) объекта.

6. Моделирование в широком смысле — описание исследуемой стороны объекта, поиск теории исследования объекта (как правило, это упрощение).

7. Применение выводов моделирования к трансформации объекта.

8. Экспериментальное подтверждение результатов моделирования и целесообразной трансформации.

9. Осознание и оценка отличий трансформированного объекта (результатов НИР) от известных («взгляд популяризатора со стороны»). Синтез критерия(ев) отличий, его применение и технико-экономическая оценка.

10. Внедрение или выработка рекомендаций по практическому применению результатов НИР.

Особенно строго поддерживаются требования по соблюдению указанной методологии в диссертационных исследованиях, в том числе, выполненных в технических науках.

### ***Классическая технология исследований в технических науках***

1. «Библиографическое исследование».

2. Привлечение экспертов к оценке и детализации направленности исследования. В диссертационных исследованиях - формирование темы диссертационной работы.

3. Выявление противоречия и обоснование актуальности проблемы исследования.

4. Выбор цели и объекта исследования.

5. Определение предмета исследования.

6. Обоснование актуальности исследования.

7. Поиск гипотезы исследования.
8. Математизация гипотезы, построение математической модели (теоретическое обоснование).
9. Планирование эксперимента.
10. Подготовка эксперимента.
11. Проведение эксперимента.
12. Обработка результатов.
13. Формирование предложения по трансформации объекта.
14. Теоретическое исследование по интерпретации результатов эксперимента (проверка адекватности гипотезы) и осознание результатов НИР.
15. Поиск и обоснование применений предложения.
16. Публикация результатов.
17. Подготовка нормативных документов или исходных данных для технического проекта.

Приведенная технология исследований в технических науках универсальна для поисковых и диссертационных исследований [8]. В зависимости от содержания исследования отдельные этапы этой универсальной технологии могут быть пропущены. Например, в «прикладных» исследованиях в технических науках, особенно в заказных НИР, часто не проводят, «сглатывают» отдельные этапы: например, обозначенные выше п. 1, 2, 6, 7, 13, 16 и даже 15.

Рассмотрим последовательно узловые этапы указанной технологии исследования:

1. **«Библиографическое исследование».** Его база — предопределяет достоверность, новизну и сферу применимости результатов исследования. Более коротко библиографическое исследование именуют «обзором по теме», «анализом состояния вопроса» либо просто «обзором», либо «анализом». Само его наименование говорит о том, что библиографическое исследование выполняют по известным данным, используя информационную базу соответствующей подотрасли технических наук.

Анализ должен включать в себя две формально никак не разграничиваемые части. В первой приводятся в обобщенном виде

данные по актуальной, не находящей решения реальной производственной задаче или проблеме по избранной исследователем части транспорта, например, автомобильного. Здесь со ссылками на используемые источники в отраслевой и производственной литературе, фирменные данные и отраслевые доклады, экономические обзоры и статистические сборники указывают сведения по связанным с этой проблемой потерям, ущербу или издержкам. Эту часть анализа завершают формулировкой решаемой практической проблемы (в нашем случае — автотранспорта) или не столь масштабной, но актуальной задачей совершенствования конкретного технического либо производственного объекта в действующей отрасли.

Во второй части анализа указывают причину, по которой не удастся на основе известного знания решить выявленную актуальную задачу или проблему автомобильного транспорта. Здесь по источникам в научной литературе и диссертационным исследованиям приводят связи выявленной проблемной ситуации с недостатком знаний об объекте и в максимально обобщенной форме очерчивают пределы исследованных свойств интересующей исследователя стороны объекта, именуемой **предметом исследования**. Материалом для этой части анализа служат исследования-предшественники по предмету исследования или связанных с ним вопросов. На эти исследования обязательно ссылаются, причем отдельно на каждый из литературных источников. Приводится обобщение и критика ранее выдвинутых предложений по разрешению исходной проблемы, задачи. Анализируются ограниченность этих предложений, наличие пробелов в имеющемся знании и выявляется актуальность получения новых данных. Вторую часть анализа завершает формулирование научной задачи, решение которой даст, по мнению исследователя, новые данные для решения исходной проблемы автомобильного транспорта. Идеальный вариант анализа завершается формулированием гипотезы и задач исследования.

*Информационную базу исследований в технических науках определяют:*

1. Нормативные правовые акты в исследуемой сфере.

2. Нормативные документы, регламентирующие объект исследования или его применение.
3. Техническая литература (книги, брошюры, периодические издания, реферативные журналы и др.).
4. Диссертационные работы, связанные с объектом исследования.
5. Патенты и авторские свидетельства по соответствующим классам изобретения.
6. Доклады, препринты, программы работ, государственные доклады и др.
7. Сайты органов власти, институтов и общественных организаций.
8. Фирменные непубликуемые материалы.

В научно-исследовательских и диссертационных работах должны в идеале использоваться указанные российские и зарубежные источники, в совокупности содержащие полные известные данные по избранной исследователем узкой теме. Среди них должны быть документы международных организаций, в том числе по смежным видам транспорта и областям знания или передовым отраслям техники, из которых осуществляется перенос достижений на транспорт. Наличие неиспользованных и неизвестных исследователю источников, содержащих ранее опубликованную существенную информацию по теме исследования, безошибочно указывает на низкое качество выполненной работы.

Особенностью транспортной науки служит необходимость использования в обзоре не только указанных источников технических данных, но и нормативно-правовых актов и подзаконных нормативных документов, регламентирующих деятельность изучаемых производственных структур транспорта, а также публикаций производственного и экономического характера по эксплуатации исследуемых объектов транспорта.

В качестве экспертов при планировании НИР, в том числе диссертационных работ, выступают наиболее авторитетные в избранной узкой области ведущие специалисты, коллегиальные органы и

общественные организации в сфере предполагаемого исследования, НТС органов исполнительной власти, научно-исследовательских институтов и ученые советы ведущих вузов, иногда — при участии технической общественности и ведущих научно-технических журналов.

Диссертационные работы без экспертной проработки направленности не начинают. Тему диссертационной работы рассматривают научный руководитель аспиранта, заседание кафедры, ученый совет или НТС.

Выбор объекта и цели исследования в простых случаях кажутся очевидными. В технических науках цели проведения исследований чаще всего диктуются потребностями практики, конкретной технической или социально-экономической проблемой, не поддающейся разрешению без получения дополнительных отсутствующих знаний. Цель исследования — получение недостающего знания, искомого научного результата, необходимого для разрешения проблемы или задачи в практической плоскости. Поэтому недопустимо подменять цель проведения исследования указанием нерешаемой практической проблемы или задачи, обусловившей необходимость в этом исследовании.

Для решения локальных, уже сравнительно изученных проблем осознание потребности практики и формулирование темы уже однозначно определяют не только цель, но и объект исследования. В заказных НИР их обычно диктует заказчик. В диссертационных исследованиях объект, предмет и цель исследования выбирает диссертант с помощью научного руководителя. Актуальность этого выбора и адекватность поставленных диссертантом задач исследования избранной цели и решаемой научной проблеме во многом определяют успешность работы над диссертацией.

Тем не менее, в реальности делаются ошибки уже на этом первом этапе исследования. Даже совместные усилия диссертанта и научного руководителя в отдельных случаях приводят к ошибочному выбору цели и объекта исследования. Пожалуй, наиболее распространенной ошибкой молодых исследователей является дек-

ларирование в качестве цели исследования его наименования или важнейшего элемента наименования. В этом случае процесс получения нового знания ставится целью самого процесса. Это свидетельство методологической беспомощности автора (а нередко — и его научного руководителя), непонимания природы исследований в технических науках, которые предпринимаются всегда в интересах выполнения определенного социально-экономического и технического заказа при необходимости получения нового знания для преодоления конкретной практической проблемы.

Предмет исследования должен быть не шире объекта исследования, и не уже изучаемого спектра аспектов планируемого исследования, затрагиваемых его теоретической и экспериментальной частями. Предмет исследования, в отличие от объекта исследования, может носить абстрактный характер и представлять собой отдельные свойства или вычисляемые производные параметры, например, безотказность или безопасность технических объектов. По формулировке предмет исследования наиболее близок к теме исследования или дословно повторяет обозначенный в ней исследуемый процесс, явление или комплекс свойств технического объекта. Объект и предмет исследования соотносятся между собой как общее и частное. Формулировки объекта и предмета исследования в диссертации должны предшествовать указанию цели исследования. Обоснование актуальности исследования является необходимой составляющей его выполнения и обязательным компонентом оформления. В зависимости от новизны избранной области науки, темы и характера исследования требования к объему обоснования его актуальности значительно отличаются. В заказных НИР и в составе крупных проектных работ актуальность только обозначается и укрупненно аргументируется со ссылками на нормативную документацию, решения органов власти, отраслевых хозяйствующих субъектов транспортной либо промышленной деятельности или головного исполнителя проекта. В инициативных НИР и диссертационных работах обоснование их актуальности приводится в полном объеме.

Обоснование актуальности должно раскрывать существо не-находящей решения производственной задачи или проблемы и потребность в проведении планируемого исследования для гипотетически возможного решения исходной практической задачи. Логическим завершением обоснования актуальности служит формулирование противоречия в имеющемся знании об объекте: несогласованность, несоответствие, пробелы в понимании и описаниях свойств и эмпирических данных об объекте или предмете исследования. Из выявленного противоречия должно быть понятно, почему без проведения исследования нельзя решить исходную практическую задачу или проблему. В идеале на основе выявленного противоречия формулируется решаемая научная проблема, по мнению исследователя, стоящая на пути получения недостающего знания для требуемого совершенствования изучаемого(ых) техниче-ского(их) объекта(ов). При этом не следует смешивать научную проблему с практической проблемой в деятельности или производственном функционировании изучаемых технических объектов.

Формулирование гипотезы — одна из наиболее сложных составляющих исследования. Чаще всего гипотеза в той или иной степени претерпевает трансформацию от начала до завершения работы. В технических науках обычно более плодотворно создание не единственной гипотезы, предвосхищающей ее будущие результаты, а работа с системой гипотез, их последовательная отработка и перепроверка. Эта работа значительно облегчает получение результата, хотя, как правило, даже не оформляется и в последующем не обнародуется.

Понятия гипотезы, теории и эксперимента имеют фундаментальное значение для науки.

**Гипотезой** именуют научное предположение, требующее проверки на опыте и теоретического обоснования для того, чтобы стать достоверной теорией [5].

Гипотеза является продуктом интуиции, ассоциаций и аналогий исследователя, его неформализуемого выбора, не основанного на конкретном знании и еще не подкрепленном доказательствами.

Построение гипотезы отталкивается от осмысления неэффективности или неработоспособности прежнего, более узкого, грубого или поверхностного представления об изучаемом объекте.

Гипотеза основывается преимущественно на вере исследователя в свою правоту и на собственном предчувствии. В свою очередь, эта вера базируется на личном опыте, интуиции, интеллекте, кругозоре и глубине базовых познаний исследователя. Никакого подтверждения научные идеи и гипотезы до проведения исследования еще не имеют. Они лишь плод работы мысли исследователя или, реже, обсуждения группы единомышленников.

Научная среда чаще всего не принимает на веру предлагаемые в виде догадки научные гипотезы и идеи экспериментов. Коллеги и конкуренты с легкостью предлагают на этапе их обсуждений свои альтернативные и, как им кажется, равноценные варианты. Исследователь в этот период поддерживается лишь своей верой в собственную правоту и удачу. Эта вера — единственное средство поддержки исследователя до получения научного подтверждения или уточнения и подтверждения уточненной гипотезы.

Научное знание никогда не окончательно, не дает исчерпывающего отображения действительности, а гипотеза представляет собой только шаг за пределы ранее подтвержденных представлений. Причем правильность этого шага на этапе гипотезы еще не установлена. В этом смысле противопоставление веры исследователя и проповедника, науки и веры необоснованно, элементы подчинения вере и вдохновенного полуинтуитивного объяснения исследуемого объекта являются составляющими работы мысли, философии научной деятельности и научного знания.

Но и после подтверждения гипотезы нельзя говорить о полноте или истинности знания объекта. Истины в конечной инстанции не существует, а научное знание отображает лишь приближение к ней исследователей. Пределы приближения ограничивают возможности эксперимента и его влияния на результаты, погрешности измерения, воображение и интеллект исследователей при построении теорий и моделировании. Эксперимент служит при этом средством подтвер-

ждения гипотез, средством доказательства смещения границы знания в направлении приближения к истине.

В естественных науках принятая аксиоматика во многом определяет диапазон возможных вариантов гипотезы. В технических науках роль аксиоматики выполняют цель исследования и стоящая за ней практическая задача, часто довлеющие над выбором вариантов гипотезы, а с нею - и выбором вариантов объекта исследования. Степень решения исходной практической задачи с привлечением добытого нового знания служит одновременно еще и критерием удовлетворения достоверностью знания, степенью достигнутого приближения к истине. Эта удовлетворенность в технических науках во многом условна и относительна. Ее достижение на каждой стадии познания служит еще одним ограничением для полноты исследования технических объектов, глубины их понимания. В свою очередь, новые цели заставляют углублять имеющееся знание, пересматривать его достоверность и проводить новые исследования.

В не меньшей степени цель исследования и стоящая за ней практическая задача определяют масштабы, возможности и планируемые объемы реализации результатов исследования посредством совершенствования изучаемого технического объекта.

Иногда в прикладных исследованиях с превалирующей проектной составляющей гипотезу часто не формулируют, считая ее очевидной. Однако формулирование гипотезы — определенная страховка от ошибочных промежуточных решений, уходов в сторону, лишних затрат времени и труда. И одновременно — условие воспроизводимости полученных результатов для последователей и конкурентов-исследователей.

### **3.3. Методология теоретических исследований в технических науках**

**Теорией** называют совокупность умозаключений, отражающую объективно существующие отношения и связи в объекте и между объектом и средой [5].

Теория является интеллектуальным отражением реальности. В теории каждое умозаключение выводится из других умозаключений на основе некоторых правил логического вывода. Построение адекватного теоретического описания изучаемого объекта следует считать достижением на конкретном этапе познания или этапе эволюции совершенствуемого человеком объекта. В частности, способность прогнозировать — это всегда следствие выполненных теоретических построений.

Строгое формальное изложение принятой гипотезы исследования в технических науках представляет собой основу теоретической части исследования, в которой затем создаются и исследуются математические модели, количественные описания изучаемого аспекта объекта исследования. С точки зрения математиков формальное изложение принятой гипотезы представляет всего лишь «математизацию» гипотезы, но в технических науках эта «априорная» стадия часто требует наибольших усилий и углубления в познании исследуемого объекта.

В числе недопустимых ошибок в теоретической части исследований чаще других встречаются теоретические выкладки и обоснования, раскрывающие один предмет или аспект исследуемого объекта, тогда как в экспериментальной части исследования изучался другой предмет или аспект.

Теоретическое описание объекта, как и само наше понимание реальности, в принципе не может быть истинным, «правильным», или абсолютно законченным и «достоверным». «Истинность» теории характеризуется только степенью приближения теоретического описания и обеспечиваемого им понимания к реальности.

Теоретические исследования в том или ином объеме являются обязательной составной частью любого исследования, любой диссертационной работы. Их новизна, объем и глубина варьируют в широких пределах. Минимальный объем теоретических исследований представляет собой, например, прямолинейная детализация уже известных более общих зависимостей и соотношений для бо-

лее частного или единичного сочетания условий и начальных данных.

Теоретические исследования основываются на аксиомах, законах, принципах, постулатах и теоремах, т.е. на логических построениях, которые сформулированы в результате развития науки и образования на протяжении истории человечества. Их значимость состоит в том, что они исключают необходимость в повторении при каждом исследовании ранее пройденных этапов накопления опыта экспериментальных исследований, послуживших фундаментом для установления базовых логических построений науки.

Основной целью абсолютного большинства теоретических исследований является решение следующих задач:

- изучение закономерностей исследуемых объектов;
- исследование связей в функционировании, структуре, характеристиках и свойствах исследуемых объектов;
- моделирование объектов исследований, их характеристик или функционирования;
- сравнение эквивалентности возможных моделей исследуемого объекта;
- решение задач анализа, синтеза и оптимизации параметров исследуемых объектов, в том числе новых, синтезируемых или преобразуемых.

При проведении теоретических исследований используются общелогические и специальные методы познания, причем чаще всего в сочетаниях. В одном исследовании сочетание теоретических методов исследования индивидуально для каждой конкретной научной задачи и исследователя.

Из общелогических чаще других используются следующие методы [6]:

- сравнение – сопоставление однородных объектов по существенным для данного рассмотрения признакам;
- анализ – мысленное или физическое расчленение целостного объекта на составляющие элементы (признаки, свой-

ства, отношения) и исследование этих частей независимо от целого;

- синтез — мысленное или физическое соединение составляющих элементов (признаков, свойств, отношений) объекта в единое целое с учетом знания о составляющих элементах;
- абстрагирование — мысленное отвлечение от ряда признаков (свойств) объекта при одновременном выделении других признаков (свойств), представляющих интерес для решения конкретной задачи;
- аналогия — предположение о сходстве определенных свойств разных объектов на основании сходства других их свойств;
- обобщение — установление общих признаков и свойств группы объектов;
- индукция — выработка общего вывода на основе частных посылок;
- дедукция — выведение заключений частного характера на основе общих посылок;
- моделирование — создание и изучение модели, замещающей исследуемый объект, с последующим переносом полученной информации на оригинал.

Чаще других используют уже ставшие каноническими следующие методы теоретических исследований:

- мысленный эксперимент — на комбинации образов, материальная реализация которых невозможна;
- идеализация — на формировании мысленного представления об объекте путем исключения условия, необходимого для его реального существования;
- формализация — на создании обобщенной знаковой модели, позволяющей путем операций со знаками представлять структуру объекта и закономерности протекающих процессов;

- аксиоматический метод – на принимаемых в качестве истинных, принимаемых без доказательства положениях, из которых на основании формально-логических доказательств выводятся все остальные;
- гипотетико-дедуктивный метод — на создании системы взаимосвязанных гипотез, из которых дедуктивным методом выводятся утверждения, непосредственно сопоставляемые с опытными данными;
- математическая гипотеза – на экстраполяции определенной математической структуры с изученной области явлений на неизученную;
- восхождение от абстрактного к конкретному — на выявлении исходной абстракции, воспроизводящей основное противоречие изучаемого объекта, в процессе теоретического решения которого выявляются более конкретные противоречия, вобравшие в себя более обширный эмпирический материал;
- системный подход.

Специальные методы теоретических исследований создаются исследователями индивидуально для выполнения конкретной научной работы, решения определенной научной задачи в соответствии с ее целью, объектом и содержанием. Как правило, это наиболее сложные методы, объединяющие ряд общелогических методов познания.

Ставший уже классическим традиционный подход к теоретическому изучению технического объекта, заимствованный из естественно-научных исследований, заключается в детерминированном аналитическом описании рассматриваемого аспекта этого объекта. Описание строится на базе известных фундаментальных закономерностей с использованием арсенала указанных общелогических методов (абстрагирования, идеализации, обобщения, дедукции и др.) и ранее накопленного знания о количественных и качественных характеристиках объекта. Этот подход продуктивен только для достаточно исследованных (хорошо структурированных) объектов, на-

пример, не самых сложных объектов теоретической механики. Но для реальных, еще не вполне изученных объектов, для описания которых уже получены какие-то количественные данные, не применимые для всех вариантов структуры, условий и режимов функционирования, когда закономерности объекта неизвестны и еще подлежат определению, этим методом не удастся воспользоваться.

Для таких, как их называют, слабо структурированных объектов, более приемлемым, а часто и единственно доступным средством исследования является моделирование, а в транспортной науке — математическое моделирование. В огромном большинстве случаев математическое моделирование не дает ни полного понимания физической природы процессов, ни связей внутри объекта или со средой, не раскрывает всех тонкостей и следствий принятого модельного представления об объекте. Но, тем не менее, моделирование в силах дать главное для практических применений: количественные описания важнейших свойств и характеристик в интересующих пределах и внешних условиях с требуемой для этих применений точностью. Для практики этого чаще всего оказывается достаточно.

### **3.4. Математическое моделирование**

**Математическое моделирование** — процесс построения и изучения математических моделей.

**Математическое моделирование** — опосредованное теоретическое исследование объекта, при котором непосредственно изучается не сам объект, а вспомогательная искусственная или естественная система (модель) [9]:

1. Находящаяся в некотором объективном соответствии с объектом.
2. Способная замещать объект в определенных отношениях.
3. Дающая при исследовании информацию о моделируемом объекте.

**Модель** – это некоторый материальный или абстрактный объект, находящийся в определенном объективном соответствии с исследуемым объектом, несущий о нем определенную информацию и способный его замещать на определенных этапах познания.

Математическая модель лишь с каким-то приближением отражает некоторые из важнейших свойств объекта, их закономерности и связи, влияния среды. Модель не описывает полностью изучаемое явление, и вопросы применимости полученных результатов моделирования должны каждый раз исследоваться.

«У нас всегда есть возможность опровергнуть теорию, но мы никогда не можем доказать, что она правильна. Предположим, что вы выдвинули удачную гипотезу, рассчитали, к чему это ведет, и выяснили, что все ее следствия подтверждаются экспериментально. Значит ли это, что ваша теория правильна? Нет. Просто напосто вам не удалось ее опровергнуть» (Р. Фейнманн).

В этом смысле моделирование, как и вся деятельность исследователя, направлены не на подтверждение «достоверности» выдвинутой модели или теории, а на их опровержение, на поиски опровергающих эту модель или теорию частных аргументов, экспериментальных фактов или противоречий. И лишь когда не найдено средство, позволяющее опровергнуть выдвинутое построение, может идти речь об адекватности модели или теории на данном конкретном этапе изучения объекта с доступной исследователю погрешностью отображения реальности.

Моделирование следует за экспериментальным исследованием и выполняется посредством манипулирования его результатами. Технические объекты, протекающие в них физические и производственные процессы, информационные потоки и взаимодействия в человеко-машинных системах и организационных системах человек-человек поддаются экспериментальным исследованиям, будь то эксплуатационные наблюдения, измерения или анкетирование. По результатам эксперимента объект представляется определенным массивом числовых или векторных данных (операндом) в сочетании с качественным описанием объекта. Однако представить свойства

объекта или характеристики его функционирования за пределами экспериментальных данных непосредственно по полученному массиву данных (операнду) удастся крайне редко. Тем более затруднительно решить эту задачу при ограниченном объеме экспериментальных данных, не полностью характеризующих объект.

Сложность и многозначность реальных объектов исследования требуют упрощения их описаний. Для обеспечения возможностей исследования объекта его свойства заменяются сходным в определенных отношениях символическим абстрактным объектом — математической моделью. Модель «абстрагирует» реальные процессы и структуры, отображая по аналогии только подходящим образом отобранные, наиболее существенные для исследователя стороны и свойства объекта.

Посредством математического отношения или преобразования математическими операциями модель связывает исходный массив данных с другим массивом данных, именуемым результатами. Моделирование дает возможность исследовать объект и получить новое знание о нем, используя полученный прежде неполный объем экспериментальных данных об объекте.

Методологическое отличие математического моделирования от традиционного теоретического описания объекта заключается, таким образом, в использовании ранее уже полученного массива экспериментальных данных (операнда). В теоретическом описании объекта его свойства и(или) функционирование представляют в общем виде априорно, исходя из общетеоретических предпосылок, принятой аксиоматики и аналогий, и лишь затем подвергают проверке с помощью эксперимента. Математическое моделирование выполнимо только для хотя бы частично уже изученных объектов, по которым имеются определенные количественные данные.

При моделировании правила преобразования исходного массива данных для получения результатов устанавливаются по аналогии со свойствами реального объекта исследования. Поиск аналогии для моделирования начинается с формулирования гипотезы исследования. Степень приближения определяется качеством моде-

лирования и должна быть достаточной для решения практической задачи, вызвавшей необходимость исследования.

Построение моделей представляет собой применение фундаментальных законов природы, принципов<sup>1</sup> механики, аналогий, иерархических цепочек к описанию реальных или конструируемых объектов на абстрактном уровне.

*Математическое моделирование решает прямую и обратную задачи:*

*Прямая задача:* структура модели и все ее параметры считаются известными, задача в исследовании модели для извлечения полезного знания об объекте.

*Обратная задача:* известно множество возможных моделей или не в полной мере известна модель объекта, надо выбрать конкретную, наиболее адекватную в каком-то отношении модель или параметры известной модели на основании дополнительных данных об объекте.

Основной постулат исследования модели состоит в следующем: оптимальным решением (управлением) является такой набор значений переменных, при котором достигается оптимальное (максимальное или минимальное) значение критерия эффективности (целевой функции) операции и соблюдаются заданные ограничения.

### ***Построение модели изучаемой системы в общем виде***

Модель изучаемой системы в самом лаконичном виде можно в общем случае представить в виде зависимости

$$E = f(X, Y),$$

где **E** – некоторый количественный показатель эффективности системы в отношении достижения цели **T** ее существования, который будем называть критерием эффективности;

---

<sup>1</sup> **Принципами механики** (в том числе - *невариационными* и *вариационными*) называются исходные положения, отражающие столь общие закономерности механических явлений, что из них как следствия можно получить все уравнения, определяющие движение механической системы (или условия её равновесия).

$X$  – управляемые переменные системы – те, на которые мы можем воздействовать или управляющие воздействия;

$Y$  – неуправляемые внешние воздействия на систему, именуемые возмущениями.

Возможны задачи, в которых нет необходимости учитывать возмущения. Так, например, решается стандартная задача размещения запасов нескольких видов продукции и при этом можем найти  $E$  вполне однозначно, если известны значения  $X_i$  и, кроме того, некая информация о свойствах анализируемой системы.

В таком случае принято говорить о принятии управляющих решений или о стратегии управления в условиях определенности.

В абсолютном большинстве реальных задач приходится принимать решения при воздействии возмущений (фона помех), т.е. при наличии неопределенностей.

### ***Формальная классификация моделей***

Формальная классификация моделей по типам основывается на классификации используемых математических средств. Часто строится в форме дихотомий. Например, один из популярных наборов дихотомий:

- линейные или нелинейные модели;
- детерминированные или стохастические;
- статические или динамические;
- сосредоточенные или распределенные системы;
- дискретные или непрерывные;
- четкие или нечеткие;
- с жесткими или «мягкими» ограничениями и так далее. Каждая

построенная модель является линейной или нелинейной, детерминированной или стохастической и т.д. Естественно, что возможны и смешанные типы: в одном отношении сосредоточенные (по части параметров), в другом – распределенные модели и т.д.

Методы анализа моделей подразделяются на имитацию, оптимизацию, многокритериальную оптимизацию, нечеткую оптимизацию и др.

### ***Этапы построения математических моделей***

Сущность построения математической модели состоит в за-мещении реального объекта абстрактной искусственной системой, его упрощении, схематизации и математическом описании. Выделяют следующие укрупненные этапы построения моделей [9].

1. *Содержательное описание моделируемого объекта.* Словесно описывают объект моделирования, цели его функционирования, среду его функционирования, выявляют отдельные элементы, возможные состояния, характеристики объекта, определяют взаимосвязи между элементами, состояниями, характеристиками. Такое предварительное, приближенное текстовое представление объекта исследования называется *концептуальной моделью*, которая служит рабочей гипотезой о форме и функциях моделируемой системы. Она лежит в основе последующего формального описания объекта.

2. *Формализация операций.* На основе содержательного описания определяется и анализируется исходное множество характеристик объекта, выделяются наиболее существенные из них. Описание объекта упрощают, идеализируют объект. Затем выделяют управляемые и неуправляемые параметры, вводят символьные обозначения. Определяется система ограничений, строится целевая функция модели. Таким образом, происходит замена содержательного описания формальным (символьным, упорядоченным). Задаются начальное состояние и параметры модели.

3. *Проверка адекватности модели.* Исходный вариант модели необходимо проверить по следующим аспектам:

1. Все ли существенные параметры включены в модель?
2. Нет ли в модели несущественных параметров?
3. Правильно ли отражены связи между параметрами?
4. Правильно ли определены ограничения на значения параметров?

Главным инструментом проверки адекватности модели исследуемому объекту выступает практика. После предварительной проверки приступают к реализации модели и проведению вычислительного эксперимента. Результаты моделирования подвергаются

анализу на соответствие известным свойствам исследуемого объекта. По результатам проверки модели на адекватность принимается решение о возможности ее практического использования или о проведении корректировки.

*4. Корректировка модели.* На этом этапе уточняются сведения об объекте и все параметры построенной модели. Вносятся изменения в модель, и вновь выполняется оценка адекватности.

*5. Оптимизация модели.* Сущность оптимизации (улучшения) моделей состоит в их упрощении при заданном уровне адекватности. В основе оптимизации лежит возможность преобразования моделей из одной формы в другую. Основными показателями, по которым возможна оптимизация модели, являются время и затраты для проведения исследований и принятия решений с помощью модели. Часто отказ от использования второстепенных (с позиций избранного критерия) параметров позволяет избежать необходимости их предварительного определения, проведения требуемых для этого экспериментов и затраты ресурсов.

В зависимости от цели моделирования, свойств моделируемого аспекта реального объекта и вида располагаемых для моделирования данных выбирают математический аппарат моделирования, класс и конкретный вид модели. В исследованиях технических объектов автомобильного транспорта наиболее часто используют корреляционный и регрессионный анализ, теорию множеств и алгебру логики, теорию графов, теорию массового обслуживания, аппарат дифференциальных уравнений, линейное и динамическое программирование.

### **3.5. Методология экспериментальных исследований в технических науках**

Особую значимость для технических наук представляют экспериментальные исследования. Они дают материалы и для теоретических построений, и для выработки гипотез исследования технических объектов, и для определения характеристик этих объектов.

Вполне уместно, поэтому рассматривать методологию экспериментальных исследований (или экспериментальной составляющей научных работ) как стержневую основу технических наук и транспортной науки в частности.

В определенном смысле роль эксперимента в технических науках даже более весома, чем в естественно-научных исследованиях. В отличие от естественно-научных исследований, проблематика технических наук более приближена к оценке частных и индивидуальных свойств определенных семейств технических объектов, данные о которых способен дать лишь эксперимент. Отличия в экспериментальных исследованиях в решающей степени определяют специфику отдельных технических наук.

По определению **эксперимент** (лат. experimentum — проба, опыт) - это метод познания или единичный поставленный опыт, изучение объекта в контролируемых и управляемых условиях посредством воздействия на него другими материальными объектами с возможностью многократного его воспроизведения при повторении условий опыта [5].

Чисто экспериментальных исследований не бывает, во всех случаях анализ, определение целей экспериментального исследования, формулирование гипотезы, построение количественной модели или обоснование гипотетического ожидаемого результата эксперимента выполняются теоретически и предшествуют каждому из экспериментов. Планирование эксперимента, осмысление и объяснение его результатов, выработка предложений по их практическому использованию также относятся к сфере теоретических исследований. Они в том или ином виде и объеме в разных пропорциях неизбежно присутствуют в каждой работе, как «чисто» экспериментальной, так и теоретической, в каждой НИР или диссертации по техническим наукам. Ведь и теоретические работы неизбежно базируются на результатах выполненных прежде экспериментов.

### ***Виды экспериментальных исследований***

1. Обследование.
2. Измерения.

3. Автоматическая регистрация процесса в тестовых или реальных эксплуатационных условиях.

4. Испытания.

5. Наблюдения.

6. Статистические исследования со сбором или (и) обработкой данных внутрипроизводственной и государственной отчетности.

7. Анкетирование (опрос).

8. Мысленный эксперимент.

9. Мониторинг.

В классической технологии исследований эксперимент ставят, прежде всего, для оценки расхождения с действительностью теоретических предпосылок и (или) результатов моделирования (т.е. теоретического представления, описания) объекта. Иными словами, проверяется степень подтверждения принятой гипотезы исследования, или адекватность построенной модели исследуемого объекта.

Но в технических науках эксперимент служит еще и для проверки эффективности и самой возможности предлагаемой трансформации объекта, оценки работоспособности, полезности или доказательности обоснования выдвигаемого инновационного предложения. Нередко это уже другой по методике и содержанию эксперимент, отличный от выполненного для проверки гипотезы исследования. Если в диссертации содержатся оба эти компонента экспериментального исследования — то это только украшает работу. Но подмена первого на второй, допустимая в заказных НИР и в проектных работах, нарушает классическую структуру диссертационного исследования и в диссертациях не приветствуется.

В технических науках эксперименту принадлежит главенствующее значение. Сама потребность в исследованиях для технических наук исходит от результатов предшествующих экспериментов и обобщения наблюдений и результатов практической деятельности. Это основной «двигатель» развития всех технических наук. Исследования в них ведут в целях совершенствования технических объектов, выработки рекомендаций для их совершенствования и проверки эффективности этих рекомендаций. Как правило, это выпол-

нимо только эмпирически. Информацию о свойствах технических объектов может дать только эксперимент и потому экспериментальные исследования служат основой их изучения.

С позиций организации экспериментальных исследований их делят на активные (специально организованные в искусственно смоделированных «тестовых» условиях функционирования объекта) и пассивные, проведенные в реальных эксплуатационных условиях производственного функционирования объекта. Кроме того, в режиме как активного, так и пассивного эксперимента могут проводиться измерения, автоматическая регистрация и мысленный эксперимент. К активным экспериментам можно отнести только испытания.

В числе пассивных экспериментов с производственными объектами технических наук наиболее распространено наблюдение. В областях организации производственных процессов и производственно-технической базы, управления крупными территориально-производственными объектами в дополнение к наблюдению используют анкетирование. В сфере безопасности транспортных систем мыслимы только пассивные эксперименты, преимущественно в форме наблюдения или обследования. Наблюдения различаются продолжительностью, числом наблюдаемых однотипных объектов разных категорий и числом этапов наблюдений. Наблюдения включают простейшую регистрацию событий или сочетаются с измерениями. Качество подобных экспериментов зависит, прежде всего, от качества их планирования, подготовки и организации проведения.

Разновидностью наблюдений служит обследование, выполняемое на крупных производственных или технологических и сложных технических объектах. Обследования выполняются однократно или в несколько этапов, часто в сочетании с простейшими измерениями.

Важнейшей составляющей экспериментальных исследований и науки в целом, исторически значимым элементом познавательной и практической деятельности человечества служат измерения.

**Измерение** – совокупность операций, выполненных для определения количественного значения величины (по формулировке

Федерального Закона Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений»).

Более удачное определение:

**Измерение** — это совокупность операций по определению отношения измеряемой величины к другой однородной величине, принятой за единицу, хранящуюся в средстве измерения. Получившееся значение называется числовым значением измеряемой величины, числовое значение совместно с обозначением используемой единицы называется значением физической величины [10].

Ранее измерение трактовали как нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств. Принципиальных отличий в этих определениях нет.

Производные от термина «измерять» («мерить», «обмерять», «замерять», «промерять», а также «обмер», «замеры» и др.) применять не рекомендуется.

Измерения служат важнейшим универсальным методом познания физических явлений и процессов, протекающих в технических объектах. Они связывают результаты теории с практикой, обеспечивают саму возможность проверки научных гипотез. Наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности именуется **метрологией** и трактуется как "теория погрешностей измерения" [10].

**Физическая величина** — одно из свойств физического объекта (в том числе и любого технического объекта), общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них. Как правило, любой объект измерения характеризуется некоторым множеством физических величин ( $Q_1, \dots, Q_n$ ).

Измерения определенных (однотипных) свойств можно в математическом отношении рассматривать как однозначное отображение элементов эмпирической реляционной системы<sup>1</sup> ( $Q$ ) на некоторую числовую реляционную систему ( $N$ ), причем отображение ( $Q$ )

<sup>1</sup> Реляционная система - это структурированный набор данных, представленный в виде совокупности двумерных таблиц.

на (N) должно быть изоморфным (строение двумерных совокупностей элементов должно быть одинаковым).

Измерительное преобразование в условиях единственности уравнения измерения и возможности существования его решения можно применительно к измерению физических величин на макро- уровне формально описать основным уравнением измерения [10]

$$Q = Nq,$$

где Q – измеряемая величина;

q – единица измеряемой величины;

N – числовое значение, определяющее соотношение между Q и q.

Измерения невозможны с абсолютной точностью, в них всегда присутствует погрешность, в составе которой методическая и случайная составляющая. Поэтому эксперимент как научный инструмент приближения к истине и оценки выдвигаемых гипотез неизбежно содержит в себе большую или меньшую дистанцию до ее достижения. Результат измерения не может идеально отражать измеряемое свойство и отличается от истинного значения измеряемой величины. Точность результата измерений (точность измерений) характеризует их качество, степень близости к нулю погрешности результата измерения. Для количественной характеристики точности измерений обычно используют значения погрешностей. Оценка погрешностей измерений является их такой же обязательной составной частью, как подготовка проведения измерений и обработка полученных результатов.

**Погрешность результата измерения** (погрешность измерения) — отклонение результата измерения от истинного (действительного) значения измеряемой величины.

Упоминание в определении действительного значения измеряемой величины некорректно, поскольку само оно не совпадает с истинным значением измеряемой величины и, следовательно, недоступно в качестве базы для отсчета погрешности. Погрешность измерения можно представить в виде разности между результатом

измерения (полученным при измерении значением физической величины) и истинным значением физической величины

$$\Delta = x - Q,$$

где  $\Delta$  – погрешность измерения;

$x$  – результат измерения (полученное при измерении значение физической величины);

$Q$  – истинное значение физической величины.

Определяющее значение измерения имеют и для любых экспериментальных исследований. По словам Д.И.Менделеева, "наука начинается там, где начинают измерять. Точная наука немыслима без меры". Для обеспечения возможностей практической деятельности требуется обеспечить единство измерений и единообразие средств измерений. Для этого функционируют международные метрологические организации, принимаются общие для всех метрологические стандарты, гармонизируются требования к измерениям, средствам измерений, оценке их метрологических характеристик.

**Единство измерений** — состояние измерений, характеризующееся тем, что их результаты выражаются в узаконенных единицах, размеры которых в установленных пределах равны размерам единиц, воспроизводимых первичными эталонами, а погрешности результатов измерений известны и с заданной вероятностью не выходят за установленные пределы. Для обеспечения единства измерений отыскивают и исключают систематические погрешности и подвергают вероятностной оценке случайные погрешности, которые в принципе невозможно прогнозировать и оценивать другими методами.

Особое место в метрологии занимает математическая обработка результатов измерений. Для обработки результатов косвенных измерений, для построения моделей объектов измерений и процессов измерительного преобразования, для оценки систематических погрешностей используют средства математического анализа, аналитической геометрии, теории вероятностей и математической статистики.

Измерения подразделяются на **прямые** и **косвенные**. **Прямым** именуют измерение, при котором искомое значение физической величины получают непосредственно, в единицах используемого эталона измерения. **Косвенным измерением**<sup>1</sup> называют определение искомого значения физической величины на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной (например, вычисление тормозного пути по результатам измерения замедления транспортного средства при торможении).

Определение состояния объекта, характеризуемого не единственной искомой физической величиной, а совокупностью условных производных переменных, каждая из которых определяется на основании результатов прямых и косвенных измерений других физических величин, именуют **диагностированием**, а изучаемый объект — объектом диагностирования. Диагностирование, таким образом, представляет собой многоэтапную процедуру, более сложную производную от измерений.

Нефизические величины не могут быть измерены, они поддаются лишь оцениванию по установленным правилам при помощи шкал. **Квалиметрия** — совокупность методов количественной оценки качества объектов и их частных неколичественных свойств.

**Наблюдения** — это восприятие информации по приборам или органами чувств человека, обеспечивающее его объективность и контролируемость (в том числе, за счет его повторения).

**Обследование** — непосредственное преимущественно количественное определение характеристик изучаемого объекта с участием или по методике исследователя.

**Испытания** — техническая процедура определения одной или нескольких характеристик технических объектов в реальных или смоделированных условиях согласно установленным требованиям, в том числе путем реального применения технического объекта по назначению.

---

<sup>1</sup> Вместо термина «косвенное измерение» часто применяют термин «косвенный метод измерений».

**Статистические исследования** – сбор и обработка статистических данных об однородных объектах, выявление статистических связей в их структуре, функционировании и информационном обмене.

Примеры: оценка частоты вовлечения в ДТП транспортных средств, оборудованных и не оборудованных АБС; определение зависимости эксплуатационного расхода топлива от стажа водителей.

### **3.6. Особые виды исследований**

Патентные и экспертные исследования относятся к особым видам исследований в технических науках. Их цели, организационные формы, порядок проведения, документирование хода проведения и результатов в каждой стране устанавливаются государством в нормативных документах.

Регламентируется не только их содержание, но и ограничения сроков выполнения, объемы оценок; состав, права и ответственность исполнителей; формы представления результатов. Эти исследования выполняются от имени государства и подконтрольны федеральным органам исполнительной власти или специально уполномоченным организациям, функционирующим под контролем этих органов.

#### ***Патентные исследования***

Изобретательство создает новые инженерные решения и способы деятельности. Их применение в ряде случаев порождает новые цели и научные исследования новых направлений. Но в абсолютном большинстве случаев изобретения являются прямым следствием научной деятельности в технических науках. Результатами исследований в естественных науках служат открытия.

Объектом патентного исследования служат устройства и способы (или совместно устройство плюс способ).

1. Анализ (идентификация) технического решения:
  - 1.1. Уяснение сущности решения;
  - 1.2. Выявление признаков объекта изобретения;

1.3. Установление объекта, подлежащего исследованию на основе совокупности существенных признаков, проверка охраноспособности объекта;

1.4. Установление приоритета;

1.5. Классификация объекта изобретения по МКИ.

2. Поиск аналогов, сопоставление заявленного технического решения и аналогов.

3. Выявление прототипа.

4. Формирование формулы изобретения.

5. Составление решения по результатам экспертизы.

### ***Экспертные исследования***

Во всем мире широко распространены экспертные исследования, выполняемые по поручениям судебных органов, органов исполнительной власти или страховых компаний, в том числе судебные, проектно-строительные, патентоведческие, технические, планово-экономические, врачебно-трудовые экспертизы.

**Эксперти́зой** (фр. *expertise*, лат. *expertus* — опытный) именуют исследование специалистом (экспертом) каких-либо вопросов, решение которых требует специальных познаний в области науки, техники, искусства и т. д.

Одной из наиболее ответственных служит государственная судебно-экспертная деятельность, включающая в качестве классов автотехническую и иные инженерно-транспортные экспертизы.

**Судебная экспертиза** — это проводимое на основании постановления суда исследование специалистом (экспертом) вопросов, решение которых требует специальных познаний в области науки, техники, искусства, ремесла, проводимое в порядке и в сроки, установленные действующими процессуальными нормативно-правовыми актами.

**Судебная экспертиза** представляет собой процессуальное действие, заключающееся в проведении исследований и дачи заключения по вопросам, поставленным перед экспертом специальными участниками процесса (судом, судьей, органом дознания, лицом, производящим дознание, следователем) в целях установления

обстоятельств, подлежащих доказыванию (установлению) по конкретному делу.

Судебная экспертиза проводится *экспертом* — лицом, обладающим специальными знаниями и умениями, назначаемым в установленном порядке, а результаты экспертизы оформляются в виде заключения. Эксперт обязан проводить исследования объективно, на строго научной основе, в пределах соответствующей специальности, всесторонне и в полном объеме. Заключение эксперта должно основываться на положениях, дающих возможность проверить обоснованность и достоверность сделанных выводов на базе общепринятых научных и практических данных.

*Заключение эксперта* представляет собой официальный письменный документ, отражающий ход и результаты исследований, проведенных экспертом. Судебная экспертиза имеет свой предмет, объекты и методы исследования, которые в совокупности определяют сущность экспертизы, и позволяют произвести научную классификацию родов и видов судебных экспертиз, определить специальную компетенцию экспертов.

*Предмет экспертизы* — это фактические данные (факты, обстоятельства), устанавливаемые экспертами на основе специальных научных знаний, исследований материалов уголовного, гражданского дела, дела об административном правонарушении, хозяйственного спора. Предмет судебной экспертизы определяет заданная органом, назначившим экспертизу, и интерпретированная экспертом цель исследования — установление научно-техническими средствами доказательственной, имеющей значение для дела информации о событии, ставшем объектом судебно-следственного дознания.

Предмет судебной экспертизы определяется применительно к роду (виду) экспертизы и к предмету конкретной экспертизы исходя из вопросов, поставленных перед экспертом. В пределах рода (вида) экспертизы исследуется определенный круг объектов, обладающих общими свойствами и в то же время отличающихся от других материальных предметов.

Один и тот же предмет может быть объектом экспертиз разных видов, каждый из которых изучает сходные свойства объекта. Предмет, который поступил на экспертизу, принято называть *конкретным объектом*. Экспертами могут быть лица, обладающие необходимыми специальными познаниями, не заинтересованные в исходе дела и проявляющие полную объективность, не проходящие по делу в иной процессуальной роли (например, свидетеля), не имеющие до ознакомления с постановлением (определением) о назначении экспертизы никаких сведений об обстоятельствах дела и несущие определенную ответственность за достоверность экспертизы.

Другой вид экспертных исследований — это ***независимая техническая экспертиза транспортных средств*** для определения величины страховых выплат по обязательному страхованию гражданской ответственности владельцев транспортных средств (ОСАГО). Она выполняется на основании Постановления Правительства Российской Федерации от 24.04.2003 г. № 238 «Об организации независимой технической экспертизы транспортных средств». Подобная экспертиза проводится экспертами-техниками или экспертными организациями, внесенными в Реестр аккредитованных при Российском Союзе Автостраховщиков (РСА) экспертов-техников.

*Эксперт-техник (специалист по технике)* - специалист с высшим профильным (техническим) образованием, обладающий разрешением (сертификатом) на ведение экспертной деятельности, необходимыми опытом, знаниями и навыками для самостоятельного изучения объекта технической экспертизы, который, основываясь на объективных фактах, формирует ответ на поставленный вопрос.

Эксперт-техник должен обладать необходимыми знаниями федерального законодательства и нормативных документов России, способов и методов исследований по установлению наличия, причин и характера повреждений, уметь определять причинно-следственные связи между обнаруженными повреждениями и т.д. По результатам проведенных экспертиз им выдается заключение с

личной подписью, за которое эксперт несет полную ответственность.

Эксперт принимает решение о гарантийном ремонте или возникновении гарантийного случая, может отправить объект на дополнительное исследование, а также высказывает свое экспертное мнение при возникновении различного рода конфликтов, требующих судебного разбирательства. Объекты исследований данного специалиста — механизмы, оборудование, промышленная и бытовая техника, транспортные средства и т.д.

### ***Оценки в экспериментальных исследованиях***

Многие исследуемые свойства технических объектов невозможно охарактеризовать данными, полученными непосредственно в ходе эксперимента. Надежность, безопасность, эксплуатационную технологичность, поворачиваемость автомобиля не поддаются прямому измерению. Но и результаты прямых измерений приходится обрабатывать для повышения их точности, а затем обобщать.

Тем более невозможно измерить факторы, заданные качественно, например, качество технического объекта. Для этого прибегают к оценкам недоступных для прямого измерения параметров, свойств или факторов и к использованию методов метрологии, квалиметрии, теории вероятностей и математической статистики.

***Оценка*** [estimation] - понятие математической статистики, эконометрики, метрологии, квалиметрии и других дисциплин, по-разному определяемое в каждой из них.

***Оценка в метрологии*** — это приближённое значение величины или параметра, найденное по экспериментальным данным.

***Статистическая оценка*** - функция от случайных величин, принимаемая для определения неизвестных параметров теоретического распределения вероятностей.

***Экспертные оценки*** [expert judgements] — количественные или порядковые оценки факторов, не поддающиеся непосредственному измерению, основанные на суждениях специалистов.

*Оценка в математическом моделировании* заключается в определении численных значений существенных параметров модели, выявленных на предварительных этапах анализа объекта.

Эти оценки нельзя считать вполне объективными ввиду воздействия на специалиста-эксперта побочных факторов. Используются научные методы повышения объективности оценок путем специального формирования групп экспертов, продуманных форм их опроса и анкетирования. Получение статистических оценок служит содержанием математической статистики.

*Статистические оценки* – это функции от полученных экспериментальных результатов наблюдений ограниченного объема, используемые для статистического оценивания неизвестных параметров распределения вероятностей изучаемых случайных величин.

В математической статистике этот раздел называют теорией оценивания. Для минимизации объема экспериментов по получению экспериментальных данных и статистического анализа свойств генеральных совокупностей по выборочным данным ограниченного объема используют методы проверки статистических гипотез.

Задачей оценивания служит получение адекватных оценок числовых характеристик генеральной совокупности по числовым характеристикам выборочных наблюдений, которые в определенном смысле наиболее соответствовали бы экспериментальным данным наблюдений. Оценки подразделяются на точечные и интервальные и на полученные только из одного источника или из нескольких.

Одним из распространенных общих методов получения статистических оценок является метод моментов, который заключается в приравнивании определённого числа выборочных моментов к соответствующим моментам теоретического распределения, которые суть функции от неизвестных параметров, и в решении полученных уравнений относительно этих параметров. Хотя метод моментов удобен в практическом отношении, однако статистические оценки, найденные при его использовании, вообще говоря, не являются асимптотически наилучшими. Более употребительным представляется метод максимального правдоподобия, который приводит к

оценкам, при некоторых условиях асимптотически наилучшим. Частным случаем последнего является метод наименьших квадратов. Метод статистических оценок существенно дополняется оцениванием с помощью доверительных границ.

В квалиметрии для объектов любой природы используют математические оценки  $X$  качества следующего вида:

$$X = ax_1 + bx_2 + cx_3 + \dots + tx_n,$$

где  $a, b, c, \dots, t$  – принятые условно коэффициенты весомости оцениваемых свойств объекта;

$x_n$  – назначаемая  $n$ -ым экспертом оценка  $t$ -го свойств объекта.

Квалиметрические оценки объектов не могут рассматриваться в качестве математической модели этих объектов. Эти оценки не дают возможности ни исследовать свойства и параметры оцениваемых объектов, ни динамику их функционирования или состояния. Они вообще не являются математическим подобием объекта, а несут лишь оценку мнений экспертов об этом объекте.

### **3.7. Системный подход и системный анализ в технических науках**

Наиболее действенным способом междисциплинарных исследований сложных многоуровневых многоэлементных объектов служит системный подход. Так же, как физика является первоосновой развития техники и методов ее исследований техническими науками, так системный подход в последние полстолетия стал основой исследований организационных и человеко-машинных объектов техническими науками. Системный подход является не столько способом или методом решения задач, сколько методологией постановки задач в исследованиях этих объектов.

**Системным подходом** называют систематизированный способ мышления, которым объект рассматривается как целостное множество элементов в совокупности отношений и связей между ними, а процесс обоснования решения – как упорядоченная и вос-

производимая процедура, базирующаяся на определении общей цели [11].

Определение М. Месаровича и И. Такахары: ***система** есть множество элементов вместе со связями между этими элементами и их признаками.*

При этом под термином ***элемент*** понимается простейшая неделимая часть системы. ***Связь*** – это соединение между элементами, влияющее на поведение элементов и систему в целом.

Понятие ***система*** можно рассматривать и как способ представления реальности и, одновременно, как способ достижения цели.

### ***Основные принципы системного подхода***

1. *Целостность и открытость*, позволяющие рассматривать систему одновременно как единое целое и как подсистему системы вышестоящего уровня.

2. *Иерархичность строения* – наличие множества (не менее двух) элементов разных уровней.

3. *Структурированность и различимость частей*, позволяющая анализировать элементы системы в их взаимосвязи в рамках конкретной структуры системы.

4. *Множественность*, позволяющая использовать все множество моделей для описания элементов и системы в целом.

**Системный анализ** — это совокупность методологических средств для подготовки и обоснования решений сложных проблем, заключающаяся в представлении объектов в качестве систем, проведения их структуризации и последующего исследования [11].

Задачами системного анализа служат (табл. 3.4):

- декомпозиция;
- анализ;
- синтез.

Все проблемы подразделяются на:

- хорошо структурированные или количественно сформулированные проблемы, в которых существенные зависимости выяснены очень хорошо;

Таблица 3.4

## Основные задачи и функции системного анализа

| Структура системного анализа                            |                                                                      |                           |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Декомпозиция                                            | Анализ                                                               | Синтез                    |
| Определение и декомпозиция общей цели, основной функции | Функционально-структурный анализ                                     | Разработка модели системы |
| Выделение системы из среды                              | Морфологический анализ (анализ взаимосвязи компонентов)              | Структурный синтез        |
| Описание воздействующих факторов                        | Генетический анализ (анализ предыстории, тенденций, прогнозирование) | Параметрический синтез    |
| Описание тенденций развития, неопределенностей          | Анализ аналогов                                                      | Оценивание системы        |
| Описание как «черного ящика»                            | Анализ эффективности                                                 |                           |
| Функциональная, компонентная и структурная декомпозиция | Формирование требований к создаваемой системе                        |                           |

- неструктурированные или качественно выраженные проблемы, содержащие лишь описание важнейших ресурсов, признаков и характеристик, количественные зависимости между которыми совершенно неизвестны;

- слабо структурированные или смешанные проблемы, которые содержат как качественные элементы, так и малоизвестные, неопределенные стороны, которые имеют тенденцию доминировать.

Для решения хорошо структурированных проблем используется известная методология исследования операций на детерминированных или стохастических моделях. Для решения слабо структурированных проблем используется методология системного анализа.

**Эмерджентность** (англ. emergence — возникновение, появление нового) в теории систем — наличие у какой-либо системы особых свойств, не присущих её подсистемам и блокам, а также сумме элементов, не связанных особыми системообразующими связями; несводимость свойств системы к сумме свойств её компонентов. В качестве синонима используют понятие «системный эффект».

Эмерджентность подразумевает наличие у системы свойств целостности, т. е. таких свойств, которые не присущи составляющим элементам.

**Технология системного анализа по принятию решений включает в общем случае следующие этапы:**

1. Формулировка проблемной ситуации.
2. Определение целей.
3. Определение критериев достижения целей.
4. Построение моделей для обоснования решений.
5. Поиск оптимального (допустимого) варианта решения.
6. Согласование решения.
7. Подготовка решения к реализации.
8. Утверждение решения.
9. Управление ходом реализации решения.
10. Проверка эффективности решения.

**Критерий** – признак или правило выбора, мерило или основание оценки.

Критерий всегда привносится извне, как и числовые данные о параметрах исследуемого объекта, и только после этого формируется его математическое выражение и правило решения, минимизирующее или максимизирующее целевую функцию.

**Целевая функция** – математическое выражение критерия качества или предпочтения одного объекта (решения, процесса др.) по сравнению с другим.

Принципы системного анализа на практике наиболее широко применяются в программно-целевом планировании и целевом управлении, посредством подготовки и использования так называемого **дерева целей**. Метод исследования с использованием дерева целей был предложен У. Черчменом и Р. Акофом в 1967 г.

**Дерево целей** - это графическое изображение связи между целями и средствами их достижения, построенное по принципу дедуктивной логики и с применением эвристических процедур.

Или упрощенно:

*Дерево целей* - графическая схема, показывающая разбивку общих целей на подцели, последних - на подцели следующего уровня и т.д.

Появление термина связано с тем, что схематически представленная совокупность распределенных по уровням целей напоминает по виду перевернутое дерево.

Вульгаризованное экономическое трактование «детализирует» это понятие как развернутую, распределенную по уровням совокупность целей и задач экономической программы, построенную по логической схеме: "цели - программы - задачи - мероприятия - ресурсы". Не безуспешно применяются и вульгаризованные упрощения процедур анализа возможностей инновационной трансформации организационных (в том числе, производственных), квалиметрических и экономических объектов под наименованиями «дерево свойств», «дерево систем», «поддеревья» и др.

Вульгаризация и упрощение процедур анализа заключались при этом, прежде всего, в подмене исчерпывающего анализа конкурирующих средств возможного достижения глобальной цели совершенствования объекта единственной совокупностью мер, заранее, уже априори отобранной экспертом и по умолчанию без альтернатив оформленной в качестве единственной структуры «дерева свойств». Подобный подход не гарантирует не только оптимальности субъективно отобранной и «навязываемой» экспертом совокупности средств, но даже не в силах подтвердить возможность достижения глобальных целей отобранной совокупностью мер. Но он вполне пригоден для сравнительной оценки уже обоснованных иными способами и хорошо апробированных «перспективных» средств. Для поиска новой совокупности средств достижения целей, не достигнутых уже апробированными средствами, необходимо использовать «классическую» процедуру построения дерева целей.

В учебниках по технической эксплуатации автомобилей можно встретить использование дерева целей для иллюстрации в учебных целях структуры деятельности автотранспорта в целом и технической службы автопредприятия. В таких публикациях «цели», обра-

зующие дерево, отображали не поиски возможностей системного совершенствования деятельности производственных объектов, а констатацию реальных направлений деятельности их персонала или производственной инфраструктуры. Метод дерева целей служил при этом не инструментом оптимизации производственного объекта, а иллюстративным средством упорядоченного отображения структуры его деятельности.

Дерево целей позволяет представить структуру взаимосвязей средств достижения целей и получить информацию об их относительной важности. Оно обеспечивает эффективное доведение целей до непосредственных исполнителей путем установления соответствия между целями и средствами достижения целей.

Дерево целей дает модель целевого управления на основе древовидного разомкнутого графа, который не имеет циклов, т.е. замкнутых целей.

При построении дерева целей используются такие его свойства, как соподчиненность, развертываемость и соотносительная важность.

- *Соподчиненность* целей обуславливается иерархическим построением производственных систем, а также наличием иерархии по времени и важности (значимости). Цели производственных подразделений определяются целями предприятия, тактические цели - стратегическими, а краткосрочные - долгосрочными.

- *Развертываемость* состоит в том, что каждая цель данного уровня делится на подцели более низкого уровня. Например, цели предприятия развертываются в цели цехов, цели цеха — в цели участков.

- *Соотносительная важность* целей заключается в различии значения целей одного уровня для достижения цели более высокого уровня. Это позволяет ранжировать цели по степени важности, количественно оценивая их коэффициентом значимости.

Построение дерева целей начинается с формирования главной(ых) цели(ей). Каждую цель более высокого уровня можно представить как самостоятельную систему, включающую в себя цели

более низкого уровня (подцели) как ее элементы. При этом необходимо установить полный состав подцелей. Цель второго уровня может быть расчленена на цели третьего и последующих уровней. Простейший пример дерева целей с независимыми друг от друга средствами достижения этих целей показан на рис. 3.2.

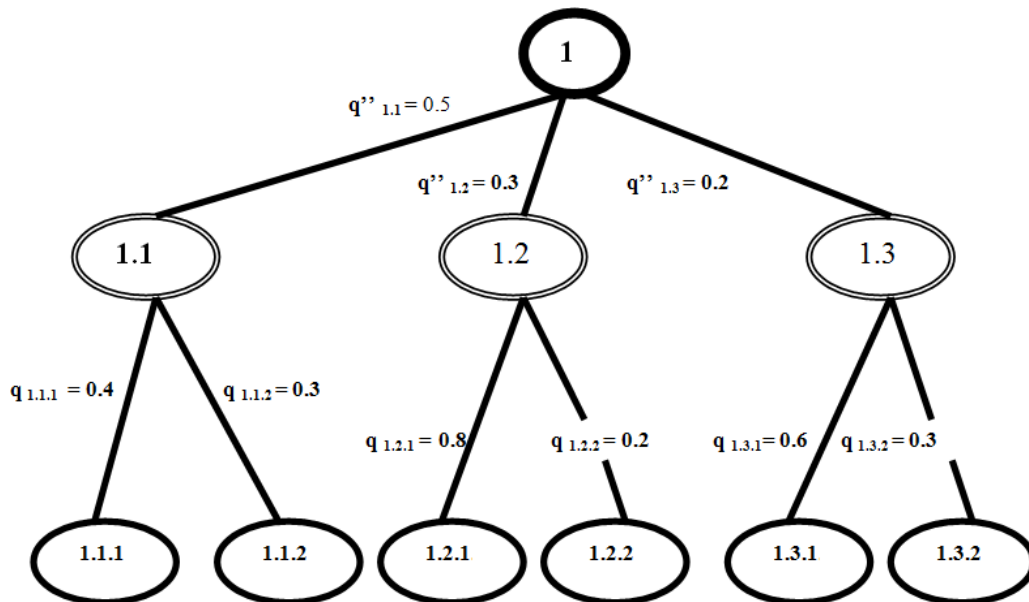


Рис. 3.2. Пример определения коэффициентов значимости целей при построении дерева целей с независимыми друг от друга средствами достижения целей:

$q$  – коэффициент значимости цели по отношению к вышележащей;

$q''$  – коэффициент значимости цели по отношению к главной цели.

Признаком завершения построения дерева целей служит формулирование целей, которые дальше не расчленяются и обеспечивают достижение главной цели. Важность целей по отношению друг к другу оценивается на втором и последующих уровнях с помощью метода ранжирования и взвешивания. Для обеспечения возможностей ранжирования каждой цели присваивается порядковый номер, отражающий ее относительную важность для достижения цели более высокого уровня. При взвешивании устанавливается коэффициент значимости каждой цели в долях единицы или в процентах по отношению к цели более высокого уровня и по отношению к главной цели. Коэффициенты значимости показывают, насколько (в долях единицы или в процентах) достигается главная цель (цель 1) при

достижении подцели 1.1. Сумма коэффициентов значимости целей каждого уровня должна быть при этом равной 1, или 100%.

Подобная модель позволяет учесть и наличие иерархии целей. Между целями (они же и средства достижения целей более высокого уровня), помимо конфликтов, обычно существуют и связи, включая отношения подчинения (для реализации цели А необходимо осуществление целей В, С и т.д., которые называют целями-средствами) и предшествования (до цели D надо выполнить цель E). Кроме того, между целями могут быть отношения совместного подчинения, при котором каждая из них является частью или предшествует достижению одной и той же более высокой цели. С учетом этого формулировки целей должны включать следующие элементы:

- *содержание цели* (что должно быть достигнуто?);
- *масштаб цели* (в каком объеме должна быть достигнута цель?);
- *срок выполнения цели* (за какое время должна быть достигнута цель?).

Модель дерево целей может быть представлена связным ориентированным древовидным графом, вершины которого являются целями разной степени детализации, а ребра - связями между ними (рис. 3.3).

Эти связи заключаются в том, что для выполнения некоторой цели (вершины графа) необходимо и достаточно выполнить хотя бы часть ее подцелей (подчиненных ей вершин).

Под "связностью" графа понимается невозможность его разбиения на полностью независимые друг от друга системы целей.

"Ориентированность" графа означает, что для двух связанных между собой элементов А и В правильно только одно из утверждений типа "Для выполнения цели А необходимо выполнить цель В" или, наоборот, "Для выполнения цели В необходимо выполнить цель А". Дерево целей (проектов совершенствования) реальных производственных объектов организационного характера может быть сложнее и лишь частично соответствовать строгому определению "дерева" в теории графов ввиду следующих особенностей:

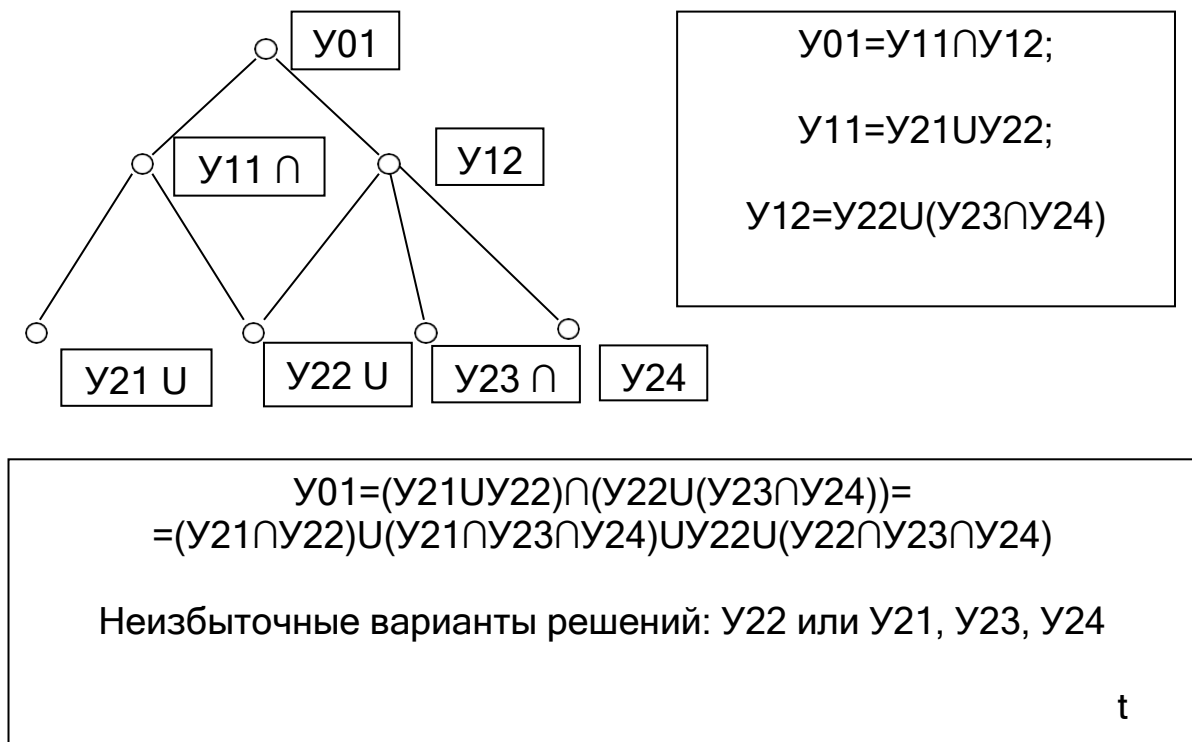


Рис. 3.3. Пример построения дерева целей с помощью связанного ориентированного древовидного графа и его использования

1. Дерево имеет единственную вершину - "корень", которая не является подвершиной ни одной другой вершины. Это главная цель, а остальные лишь детализируют, раскрывают ее.

2. На всех уровнях, кроме первого, которому соответствует корень, могут находиться вершины, не имеющие подвершин – "листья" дерева. Листья — наиболее мелкие, частные цели (цели- средства), не подлежащие детализации.

Первые два требования полностью заимствованы из теории графов для объектов типа "дерево".

3. Одна и та же вершина может служить подвершиной не-скольких вершин. Это означает, что достижение одной и той же цели может быть средством реализации разных целей более высокого уровня. Такое отличие от классического дерева теории графов отражает существование эффекта синергии (например, уменьшение затрат за счет многоцелевого использования одного элемента).

4. Для реализации любой вершины, не являющейся "листом", может быть необходимо и достаточно выполнение лишь части ее подвершин (альтернативной группы). Это отражает наличие разных

способов решения одной задачи, а каждый способ может детализироваться. Между собой вершины в пределах группы связаны соотношением логического И ( $\cap$ ), между группами действует соотношение логического ИЛИ ( $\cup$ ).

В типичной модели дерева целей предприятия на верхнем уровне вводится одна-единственная фиктивная цель (Y01), состоящая в выполнении всех подчиненных ей целей (Y11 и Y12), характеризующих различные сферы деятельности. Следующие уровни детализируют эти цели по выбранным классификационным признакам (Y21, Y22 и т.д.). Элементы дерева целей, раскрывающие способ реализации подцелей, являются целями-средствами, а "листья" — конкретными мероприятиями.

Алгоритм обработки подобной модели включает последовательную подстановку выражений, соответствующих описанию подцелей в формулы для целей предыдущего уровня, а затем их раскрытие по правилам логического сложения и умножения. В связи с тем, что по определению для выполнения вершины, не являющейся листом, необходима и достаточна реализация любой из подчиненных ей альтернативных групп, получаемые варианты реализации исходной цели можно упростить. Во-первых, из последующего рассмотрения можно исключить те варианты, в которых содержатся не только те же самые подцели, что и в каких-либо других альтернативных группах, но и дополнительные элементы. Так, в приведенном примере вариант Y21 Y22 заведомо менее эффективен, чем Y22, поскольку требует не меньших затрат, но приводит к тому же результату. Во-вторых, любая подцель должна встречаться в каждой альтернативной группе не более одного раза, т.е. повторяющиеся элементы в рамках одной группы можно исключить.

Придавая вершинам - "листьям" числовые характеристики (стоимость, время реализации, вероятность завершения в срок и т.д., необходимые для их реализации), можно выявить наилучшие варианты выполнения исходной цели. Критериями выбора могут служить минимум стоимости, расходования ресурсов, продолжительности реализации, вероятности срыва планов и т.д.

Для поиска прикладных решений сложных производственных задач нередко используют графические методы нестрогого представления и эвристического исследования причинно-следственных связей между факторами и производственными процессами. В их числе диаграмма Исикавы, контрольная карта, стратификация данных и др. Так, диаграмма Исикавы ("рыбий скелет") служит для контроля качества и совершенствования продукции и представляет собой средство визуализации, систематизации и определения наиболее существенных причинно-следственных взаимосвязей между факторами и их последствиями в проблемной ситуации (рис. 3.4).

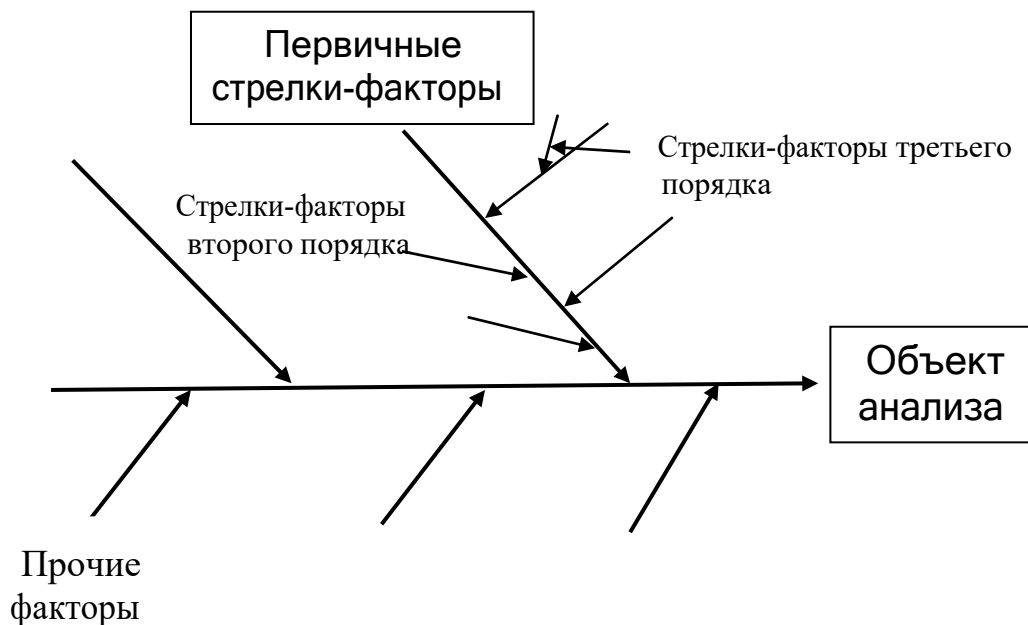


Рис. 3.4. Пример диаграммы причинно-следственных связей

### 3.8. Принципы и методы классификации и кластеризации

Важнейшим инструментом, а в определенных условиях — и результатом научного познания служит классификация объектов. На начальных этапах познания, при подготовке описательных моделей объекта это основной инструмент исследователей. Нередко классификацией ошибочно называют любое выделение из множества

объектов каких-то подмножеств и любое деление множества на подмножества.

Однако ценность классификации как инструмента исследования не в произвольном делении множества на подмножества, а в систематизации признаков изучаемого множества объектов, позволяющей вскрыть неизвестные ранее неявные закономерности свойств, строения и функционирования этих объектов.

**Классификация объектов** (от лат. *classis* — разряд и *facere* — делать) — это распределение объектов исходного множества на подмножества (классификационные группировки) по установленным правилам в соответствии с установленными заранее признаками различия или сходства объектов.

В качестве объектов классификации часто выступают различные номенклатуры объектов, имеющих между собой какое-то сходство. Для построения классификации эти номенклатуры должны сопровождаться описанием или перечнями показателей свойств объектов и возможностями идентификации каждого из объектов.

Исходное множество классифицируемых объектов обычно именуют предметной областью.

**Признак классификации** — свойство или характеристика объектов классификации, по которому проводится классификация.

Распределение исходного множества объектов на подмножества без использования определенных признаков или с хаотичным использованием признаков и (или) без соблюдения заранее установленных правил, в том числе произвольное субъективное деление множества объектов на подмножества, не является классификацией.

**Классификатор**, или **классификационная схема** (лат. *classis* — разряд и *facere* — делать) — систематизированный перечень наименований объектов, каждому из которых присваивается уникальный код.

Классификаторы служат общепринятым кодовым языком документов, научных и финансовых отчетов и автоматизированных систем.

Применяют классификаторы следующих уровней:

- *международные* — стандартные классификаторы, используемые по всему миру;
- *межгосударственные* — классификаторы, используемые в рамках экономических союзов и других межгосударственных объединений: например, используемые в ЕС, СНГ и т. д.;
- *национальные, или межотраслевые* — классификаторы, используемые в пределах государства;
- *отраслевые* — классификаторы, используемые в рамках одной отрасли;
- *системные* — классификаторы, принятые отдельным предприятием (организацией).

**Метод классификации** — совокупность правил и результат распределения исходного множества объектов на подмножества — классификационные группировки в соответствии с признаками сходства или различия.

Применяют два общепризнанные метода классификации: *иерархический и фасетный*. Выбор метода зависит от особенностей конкретной предметной области и решаемой задачи классификации.

**Иерархическим методом классификации** именуется метод, при котором заданное множество последовательно делится на подчиненные подмножества, постепенно конкретизируя объект классификации. Основанием каждого деления служит определенный признак. Совокупность получившихся группировок при этом образует иерархическую древовидную структуру в виде ветвящегося графа, узлами которого являются группировки (рис. 3.5).

На схеме рис. 3.4. исходное множество  $M$  разбито на подмножества  $\{1\}, \{2\}, \dots \{N\}$  на основании признака классификации ( $s_1$ ).



Рис. 3.5. Схема иерархической классификации множества объектов М

Для подмножества  $\{1\}$  может быть выбран другой классификационный признак —  $(s_2)$ . В результате подмножество  $\{1\}$  разбивается на совокупность подмножеств  $\{11\}$ ,  $\{1m\}$ . Для подмножества  $\{2\}$  выбран классификационный признак —  $(s_3)$ , подмножество  $\{2\}$  разбивается на совокупность подмножеств  $\{21\}$ ,  $\{22\}$ , ...  $\{2k\}$  и т.д.

Иерархический метод устанавливает подобие подчинения между различными группировками, последовательно детализируя близость свойств объектов в подмножествах, деля их на классы, подклассы, группы, подгруппы и т.д. Каждая ступень иерархической классификации — это этап классификации, результатом которого является сужение совокупности классификационных группировок.

Классифицируемое множество объектов делится на подмножества по определенному основанию деления — отдельному признаку классификации или по их совокупности. Выбор последовательности признаков зависит от вероятности обращения к тому или иному признаку. Наиболее вероятным обращениям должны соответствовать высшие уровни классификации.

Классификационные признаки для иерархического метода применяются последовательно в каждой иерархической ветви, при этом они могут отличаться друг от друга. Структура иерархической системы классификации жесткая и не подлежит изменению.

При иерархической классификации выполняются *следующие условия*:

- объединение подмножеств классификационных группировок одного уровня иерархии дает исходное множество объектов; • пересечение классификационных группировок одного уровня иерархии дает нулевое подмножество, т. е.:

$$\bigcup_i M_i = M, \forall_i = 1, I$$

$$\bigcap_i M_i = O, \forall_i = 1, I$$

При построении иерархической системы классификации сначала выделяется множество объектов, подлежащее классификации, затем для него определяются признаки классификации и их соподчиненность друг другу, после чего исходное множество объектов делится на классификационные группировки по ступеням классификации.

Требования к классификатору, построенному по иерархическому методу:

1. Классификационные группировки, расположенные на одной ступени, не должны пересекаться (не должны включать в себя аналогичных понятий).

2. На каждой ступени классификатора для разделения вышестоящей группировки должен использоваться только один признак.

3. Сумма подмножеств объектов в классификационных группировках всегда должна давать делимое множество объектов и не должно оставаться объектов, не вошедших в состав классификационной группировки.

Наиболее распространенной ошибкой в построении классификаций иерархическим методом служит одновременное использование нескольких классификационных признаков для разделения вышестоящей группировки на каждой ступени классификатора, причем часто еще и в сочетании с пересечением этих классификационных группировок.

*Преимуществами* иерархического метода являются его традиционность и естественность для восприятия человеком и большая информационная емкость, возможность создания для объектов классификации мнемонических кодов, несущих смысловую нагрузку.

*Недостатками* иерархической классификации является слабая гибкость структуры, обусловленная фиксированным основанием деления и заранее установленным порядком следования, не допускающим включения новых объектов и классификационных группировок. При изменении состава объектов классификации требуется коренная переработка всей классификационной схемы. Кроме того, высока трудоемкость поиска информации для выполнения классификации по произвольному сочетанию признаков.

**Фасетный метод классификации** - параллельное разделение множества объектов на подмножества группировок с использованием независимых друг от друга признаков классификации — фасетов.

**Фасет** (facet — рамка) — набор значений отдельного признака классификации, все фасеты взаимно независимы.

Схему фасетной системы классификации представляют в виде таблицы (рис. 3.6). Столбцы соответствуют выделенным классификационным признакам (фасетам), обозначенным  $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_i, \dots, \Phi_n$ , а строки таблицы — числовым значениям фасетов. В каждой клетке таблицы хранится конкретное значение фасета.

| Значения<br>фасетов | Фасеты   |          |          |         |          |         |          |
|---------------------|----------|----------|----------|---------|----------|---------|----------|
|                     | $\Phi_1$ | $\Phi_2$ | $\Phi_3$ | $\dots$ | $\Phi_i$ | $\dots$ | $\Phi_n$ |
|                     | 1        | •        | •        | •       |          | •       | •        |
|                     | 2        | •        | •        | •       |          | •       | •        |
|                     | ⋮        | •        |          | •       |          | •       | •        |
|                     | k        | •        |          |         |          | •       |          |

Рис. 3.6. Схема выполнения классификации фасетным методом

Каждый объект одновременно характеризуется классификационными признаками из разных фасетов, а классификационные группировки создаются динамически, путем задания *фасетной формулы* — последовательности расположения фасет и значений классификационных признаков фасетов.

При этом не создается жёсткой классификационной структуры классификационных группировок. Классификационные группировки образуются путем комбинации значений классификационных признаков для соответствующих фасетов. Количество фасетных формул определяется набором возможных сочетаний признаков.

К классификатору, построенному фасетным методом, предъявляются следующие *требования*:

1. Должен соблюдаться принцип непересекаемости фасета, то есть состав признаков одного фасета не должен повторяться в других фасетах.
2. В состав классификатора допускается включение только тех фасетов и признаков, которые необходимы для решения конкретных задач.

Основным преимуществом классификации фасетным методом является гибкость ее структуры, процедуры построения и возможностей последующего пополнения. Изменения в любом из фасетов не оказывают существенного влияния на все остальные.

Большая гибкость обуславливает хорошую приспособляемость классификации к меняющемуся характеру решаемых задач, дает возможность агрегатирования объектов и осуществления информационного поиска по любому сочетанию фасетов. Недостатками фасетного метода классификации являются неполное использование емкости, нетрадиционность, недостаточная наглядность и в некоторых случаях - сложность применения.

Классификация, таким образом, служит инструментом отнесения объектов к одной из заранее определенных групп, признаки которых заранее устанавливаются исследователем экспертным методом. Поиск и формулирование классификационных признаков выполняются при этом в предварительном исследовании классифицируемых объектов.

Для классификации многопараметрических объектов, по параметрам которых накоплены достаточные объемы количественных данных, применимы алгоритмы автоматической **кластеризации**.

**Кластеризация**, в отличие от классификации, представляет собой автоматическое разбиение множества объектов на группы (**кластеры**). Но ни классификационные признаки, ни сами группы (кластеры) или их численность при этом заранее не сформированы и неизвестны. Они выявляются автоматически в процессе обработки данных о характеристиках объектов. Получение кластеров определяется только результатами кластеризации.

Для кластеризации каждый объект отождествляется вектором параметров. Общее количество задействованных параметров по всему множеству объектов определяет размерность пространства параметров. Задача состоит в выделении из множества всех векторов в пространстве параметров кластера - подмножества «близких друг другу» объектов.

«Расстояние», характеризующее близость каждой пары объектов, оценивается алгоритмом кластеризации посредством применения определенной заранее метрики — т.е. функции оценки близости друг другу векторов объектов исследуемого множества. В зависимости от размерности пространства параметров и размерности векторов объектов исследуемого множества применяют разные алгоритмы кластеризации, включая наиболее известные из них иерархические алгоритмы, метод нейронных сетей и генетические алгоритмы.

Эти алгоритмы используют возможности выявления вероятных связей (выявляемых методами регрессионного, дисперсионного или корреляционного анализа) параметров векторов исследуемых объектов, последовательностей цепочек связанных во времени изменений, априорных классификационных признаков или наличия шаблонов в динамике параметров.

### Вопросы для самоконтроля

1. Раскройте понятия «технический объект», «метод», «методика», «методология научной деятельности» и «парадигма».

2. В чем состоят отличия и область применения понятий «научная идея» и «научная гипотеза»; «косвенные измерения» и «диагностирование»; «объект исследования» и «предмет исследования».

3. Как соотносятся, чем подтверждаются и насколько достижения истинность научной теории и достоверность результатов исследования? Какое место в научной работе отводится вере исследователя в свою правоту?

4. Какие общелогические и специальные методы познания используются для проведения теоретических исследований?

5. В чем состоит сущность математического моделирования технических объектов? В чем его отличие от квалиметрических методов оценки?

6. Какие виды экспериментальных исследований применяют в технических науках и в чем они заключаются?

7. В чем состоит сущность измерений и испытаний, чем отличаются их объекты?

8. Охарактеризуйте и дайте примеры особых видов исследований на автомобильном транспорте.

9. Чем отличаются и где используются системный подход и системный анализ?

10. Сформулируйте основные принципы системного подхода.

11. Что такое система? Какие объекты невозможно представить в виде системы?

12. Как определяются понятия «критерий», «целевая функция», «эмерджентность»?

13. Дайте определения понятий «классификация» и «классификатор».

14. Опишите два общепризнанные метода классификации.

## **4. МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ**

### **4.1. Развитие технологических систем и технологий применения транспортно-технологических машин и оборудования на автомобильном транспорте**

В современном мире, в том числе и на транспорте, техника и технологии применяются в составе более сложных технологических образований - «технологических систем», взаимодействующих между собой, с персоналом и внешней средой. Причем каждая из технологических систем функционирует в среде еще более обширных технологических систем.

Как **технологическая система** автомобильный транспорт представляет собой совокупность функционально взаимосвязанных транспортных средств, водителей, служб и подразделений предприятий автомобильного транспорта, компонентов производственно-технической базы и дорожно-транспортной инфраструктуры, грузовых и пассажирских терминалов, систем организации и регулирования дорожного движения, предназначенных для обеспечения выполнения перевозок, грузов, пассажиров и специального оборудования в регламентируемых условиях эксплуатации.

Для потребителей автотранспортных услуг автомобильный транспорт децентрализован. Его трудно воспринимать как единую целостную управляемую технологическую систему. Чаще он рассматривается как совокупность взаимодействующих, а в ряде отношений — и конкурирующих друг с другом подсистем.

При этом **подсистема** технологической системы представляет собой технологическую систему, выделяемую по функциональному или структурному признаку из технологической системы более высокого уровня.

**Элементом** технологической системы служит часть технологической системы, условно принимаемая неделимой на определенной стадии ее анализа.

К персоналу технологической системы относятся водители, рабочие, механики, диспетчеры, операторы и лица, принимающие решения.

**Технологические системы подразделяются в зависимости от их применения в масштабах:**

- операций;
- процессов;
- производственных подразделений;
- предприятий;
- регионов (дорог) или видов перевозок и их обеспечения.

В условиях рыночной экономики каждая из указанных технологических систем функционирует на основе предписаний собственной нормативной документации, устанавливающей определенные технологии выполнения работ или процедур. Эта нормативная документация создается как на автомобильном транспорте, так и органами власти, а также изготовителями техники.

Для характеристики технологических систем или реализуемых ими технологий необходимы поэтому следующие сведения:

- юридическое положение технологии, определяющее обязательность или рекомендуемый характер ее применения;
- указание нормативного документа, регламентирующего технологию;
- указание разработчика и места разработки технологии; период
- действия технологии;
- область применения технологии;
- наличие альтернативных технологий;
- преимущества технологии;
- сопутствующие изменения взаимосвязанных технологий эксплуатации и производства, обусловленные применением технологии;
- ограничения и проблемы в применении технологии.

Как правило, в каждом методическом, нормативном или эксплуатационном документе, помимо описания содержания техноло-

гии, приводится указанный минимум сведений о ее происхождении и назначении.

Развитие транспортно-дорожного комплекса России обуславливает взаимодополняющее наращивание и системное совершенствование технологий эксплуатации АТС, совершенствование автомобильной техники, ее ТО и ремонта, гаражного оборудования, ТСМ, дорог. Системное совершенствование технологий — это совместное целенаправленное и соразмерное развитие их компонентов и квалификации персонала вместе с обслуживающими его отраслями промышленности, дорожной и строительной индустрии.

На автомобильном транспорте существом технического прогресса служит появление новых автотранспортных технологий, вытеснение устаревших технологий более современными и эффективными. Даже недолгая история автомобильного транспорта дает яркие примеры его технологического обновления, обеспеченные достижениями исследовательских и проектно-конструкторских работ.

**Разработки технологий автомобильного транспорта и обеспечения его деятельности, выполненные и реализованные в послевоенный период.**

1. Механизации погрузо-разгрузочных работ.
2. Наращивание провозных возможностей грузового автомобильного парка.
3. Повышение надежности АТС.
4. Создание диагностического обеспечения АТС.
5. Повышение качества ТСМ.
6. Обеспечение безопасности дорожного движения.
7. Совершенствование подготовки и отбора водителей.
8. Снижение топливопотребления и применение альтернативных видов топлива автомобильным парком.
9. Развитие информационного обеспечения автотранспортной деятельности.
10. Применение спутниковой навигации, мобильной связи и систем телематики.

Для технической эксплуатации автомобилей обновление ее технологий обеспечивает облегчение условий труда и повышение эффективности работы сотен тысяч специалистов разного уровня квалификации. Согласно определению, техническая эксплуатация автомобилей включает транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт АТС. Для реализации этих функций создаются соответствующие технологии выполнения работ.

**Технологии технической эксплуатации автомобилей:**

1. Ежедневного обслуживания.
2. ТО и ремонта.
3. Идентификации транспортных средств.
4. Проверки технического состояния.
5. Ремонта и правки кузовов легковых автомобилей.
6. Контроля расходования топлива транспортными средствами.
7. Управления загрузкой рабочих постов ТО и ремонта в технической службе технического осмотра.
8. Противокоррозионной обработки кузовов АТС.
9. Хранения АТС на автопредприятиях.
10. Заправки АТС.
11. Консервации АТС при хранении.
12. Транспортирования АТС разными видами транспорта.

Для оценки таких разнородных технологий приходится использовать обширную систему показателей. Их практически невозможно свести к одному-двум обобщающим критериям, поэтому в практике современной технической эксплуатации используются обширные системы десятков разнородных количественных и качественных показателей, подобно параметрам оценки безопасности АТС.

**Оценочные показатели** технологической системы технической эксплуатации автомобилей, ее элементов и подсистем.

1. Количественные показатели производительности системы (элемента).
2. Показатели качества функционирования системы (элемента).

3. Показатели обеспечиваемой надежности.
4. Показатели ресурсосбережения.
5. Показатели затрат на эксплуатацию.
6. Показатели ущерба от эксплуатации в отношении безопасности, экологии и др.
7. Показатели эргономики и социальных характеристик эксплуатации.

Конечной целью исследований, предпринимаемых в автотранспортной ветви науки о транспорте, служит генерация и содействие созданию новых технологий для технической эксплуатации автомобилей.

#### **4.2. Специфика исследований в интересах автомобильного транспорта**

Транспортная наука относится к числу молодых в спектре технических наук, а автомобильный транспорт стал ее объектом лишь сначала 30-х гг. XX века. Поэтому методологические основы технических наук можно в полном объеме рассматривать в качестве фундамента транспортной науки.

Рассматривая методологию науки о транспорте применительно к исследованиям для автотранспорта, необходимо, в первую очередь, проанализировать их специфику, связанную с их выраженной эксплуатационной направленностью.

Методологию транспортной науки относительно других технических наук выделяют: сугубо эксплуатационные цели предпринимаемых исследований; эксплуатационная проблематика (т.е. эксплуатационная окраска изучаемого предмета исследования); реализация исследований и выдвигаемых по их результатам инновационных предложений в сфере деятельности транспорта. Соответственно методологию автотранспортной ветви транспортной науки определяют эксплуатационные цели, эксплуатационные предметы и эксплуатационная реализация исследований на автомобильном транспорте. Когда все три характерные элемента методологии выполнены

ного исследования носят выраженную эксплуатационную окраску, говорят об эксплуатационном характере исследования, будь то заказная НИР, диссертационная работа или поисковое исследование.

Узкоотраслевые отличия автотранспортной ветви транспортной науки целиком ограничены спецификой самого автотранспорта, исследуемого современной транспортной наукой. Поэтому автотранспортной науки как обособленного целого со своими специфическими методологией и методами пока не существует. Можно с уверенностью говорить только о методологических особенностях исследований, выполняемых для автомобильного транспорта методами транспортной науки.

Эти методологические особенности исследований для автотранспорта обусловлены сочетанием выраженной эксплуатационной проблематики формируемого социально-экономического «заказа» на специфически эксплуатационные исследования и уникальной природы объектов исследования на автомобильном транспорте. Это сочетание лежит в основе отбора методов исследований, наиболее пригодных для транспортной науки, и выделяет рассматриваемую автотранспортную ветвь транспортной науки.

***Приоритетные направления эксплуатационных исследований:***

1. Изучение объектов автомобильного транспорта и их аспектов, непосредственно определяющих результаты выполнения перевозок.

2. Изучение изменений эксплуатационных свойств и характеристик объектов автомобильного транспорта в процессе и под воздействием эксплуатации.

3. Исследования процессов управления и функционирования технических и организационных объектов, результаты которых потенциально реализуемы в сфере автомобильного транспорта и лишь в виде исключения — в отраслях, непосредственно обслуживающих автомобильный транспорт.

В наиболее общем виде **специфику методологии исследований на автомобильном транспорте** определяют следующие положения:

1. Необходимость обоснования актуальности исследования эксплуатационных аспектов объекта в интересах эксплуатирующей отрасли с учетом ее возможностей для реализации ожидаемых результатов.

2. Направленность исследований на изучение малой выборки из множества эксплуатируемых однотипных объектов разных семейств, изготовителей, продолжительности эксплуатации.

3. Необходимость подтверждения применимости результатов исследования к множеству однотипных эксплуатируемых объектов, отличающихся разбросом свойств.

4. Обязательность подготовки по результатам исследования проектного инновационного предложения, применимого ко всему множеству однотипных эксплуатируемых объектов или его части.

5. Необходимость экономического обоснования применимости проектного инновационного предложения.

Уникальность эксплуатационного характера объекта исследований на автомобильном транспорте предопределило сочетание производства этих объектов вне исследуемой эксплуатирующей отрасли, массовости эксплуатации сотен тысяч однотипных объектов, их многоаспектности и значительного разброса характеристик. Для однотипных автотранспортных средств, запасных частей, ТСМ, гаражного оборудования и производственно-технической базы АТП и СТОА указанный разброс существенно выше, чем для однотипных объектов железнодорожного, речного или воздушного транспорта.

Автомобильный транспорт представляет собой эксплуатирующую подотрасль. Не производя для себя необходимые ресурсы, она потребляет продукцию других отраслей промышленности и использует подготовленные для нее кадры. Причем эти отрасли производят и модернизируют указанную продукцию независимо, опираясь преимущественно на спрос потребителей, лишь в единичных случа-

ях и лишь в некоторых отношениях корректируя свою деятельность по результатам исследований эксплуатационников.

Деятельность автотранспорта сконцентрирована на удовлетворении потребностей в перевозках и рациональном использовании потребляемых при этом ресурсов. Соответственно и исследования для автотранспорта по своим целям значительно уже, чем в других отраслях технических наук и даже исследований в интересах железнодорожного или воздушного транспорта.

По своим целям исследования для автотранспорта ограничены сугубо эксплуатационной проблематикой и отраслевыми возможностями этой эксплуатирующей подотрасли по применению результатов научной деятельности. В результате объекты для исследований в интересах автомобильного транспорта отбирают также с опорой на использование его ресурсов для последующего инновационного преобразования и с учетом специфики множественности и многоаспектности этих объектов. Исследования, результаты которых автотранспортная подотрасль не в силах реализовать своими силами, как правило не получают ее длительной прямой поддержки и сворачиваются независимо от результатов.

Примером служат российские исследования надежности эксплуатируемых АТС. Как это не редко имело место, следом за передовыми результативными теоретическими и экспериментальными исследованиями 1960-х гг. надежности аналоговой и цифровой радиоэлектронной аппаратуры военных объектов были развернуты работы по изучению надежности ряда других технических объектов, в том числе автотранспортной техники. Причем эти исследования были организованы не только автомобилестроением (что вполне объяснимо), но и научными силами эксплуатации автотранспорта.

Параллельно созданной НАМИ для тогдашнего Минавтопрома СССР системе сбора данных об отказах автотехники на эксплуатируемых автотранспортных предприятиях (ЭПАХ) и заводским системам эксплуатационных наблюдений за надежностью производимых этими заводами АТС в 1975-1990 гг. была организована НИИАТ на опорных автопредприятиях существовавшего в тот период Мин-

автотранса РСФСР система сбора и обработки данных по надежности основных семейств АТС. В отличие от автомобилестроителей, эксплуатационники не имели других возможностей для внедрения получаемых результатов, кроме как путем передачи их автомобилестроителям, которые и без них имели представление о показателях надежности собственной продукции.

От невостребованности реальных и «обнаучиваемых» математизированных результатов исследований надежности автотехники выполнявшие их эксплуатационники стали использовать их для наращивания и без того неоправданно раздутой базы статистических нормативов ТО и ремонта автотранспортных средств. В этом наращивании не было объективной потребности, а сами нормативы, получаемые грубым осреднением, не могли соответствовать конкретным условиям эксплуатации и для практического применения требовали бесчисленных корректировок. Была создана другая условная схема «нормативной» эксплуатации, расходящаяся и в ряде отношений несовместимая с реальностью. Эта условная схема поддерживалась властью плановой экономики и с ее разрушением была упразднена одной из первых.

По сравнению с таким передовым видом транспорта, как авиация, автотранспорт более консервативен. Он целиком ориентирован на повседневные потребности экономики и населения в доступном, максимально удобном и экономичном наземном транспорте. Поэтому экстремальные достижения передовых отраслей переносятся на автотранспорт с заметным запаздыванием и лишь при условии подтверждения их экономической доступности. Массовость и экономическая доступность автомобильного транспорта ограничивают применение высших научно-технических достижений, а в методологии транспортной науки обуславливают обязательность обоснований эффективности планируемых инновационных инвестиций.

В отличие от ряда других сфер практической деятельности и обслуживающих эти сферы технических наук, исследования для автомобильного транспорта и порождаемые ими инновации проводятся не в расчете на достижение предела технических возможностей

совершенствования изучаемого объекта, а на совершенствование эксплуатации объекта в пределах экономической целесообразности. Это, в частности, относится и к совершенствованию элементов конструкции АТС, и к технологиям управления автомобильными парками.

Особенностью транспорта является множественность абсолютного большинства таких локальных объектов. Изучать их свойства приходится статистическими методами. Всегда — и когда исследуем свойства объекта, и когда ищем подтверждение найденных характеристик или взаимосвязей — приходится убеждаться в достоверности полученных данных на большом числе объектов. Какое — это зависит от конкретных условий подтверждения и устанавливается методами математической статистики.

Но даже если исследуется только один объект, всегда стоит вопрос о масштабах применимости гипотезы исследования и полученных теоретических или экспериментальных результатов к однотипным, но никогда не идентичным объектам. Отсюда значимость типизации или классификации объектов транспорта, выделения их классификационных и типизационных признаков, параметров эксплуатационных свойств или характеристик. Это отличительная особенность именно автотранспортных исследований, не свойственная большинству технических наук. На какие из множества объектов можно распространить полученные в результате исследования данные — это всегда вопрос той же НИР или диссертационной работы, в которой эти данные получены.

Обращение к определенному объекту, локализация объекта и предмета исследования — это всегда составная часть любого исследования в технических науках и транспортной науке в частности. Это обращение — не произвол, оно обосновывается анализом проблемы и порождаемой ею проблемной ситуации на транспорте. Но это еще и продукт исследователя, его кругозора и интуиции.

В транспортной науке объект исследования — не автомобиль или его составная часть, а автомобильный парк, состояние или функционирование составной части на автомобилях этого парка,

управление автомобилями в его составе, предприятие или объекты инфраструктуры, производственные процессы поддержания работоспособности автомобильного парка.

Рекомендации, выводы и инновационные предложения проектного характера, обоснованные результатами выполненного исследования, должны быть применимы ко всему множеству однотипных эксплуатируемых объектов или его части. Причем эта применимость должна быть подтверждена и это подтверждение также будет компонентом исследования. При его отсутствии задача подготовки указанного подтверждения должна быть решена уже при подготовке самого инновационного предложения (проекта).

Выводы и все предложения по инновационному совершенствованию объектов автомобильного транспорта применимы только после подтверждения их экономической целесообразности. Для этого в абсолютное большинство автотранспортных исследований включают разделы экономического (или социально-экономического) анализа изучаемой проблемной ситуации и обоснования эффективности предлагаемых технически обоснованных инвестиций.

По своему месту в экономике, социальной сфере и оборонном комплексе автомобильный транспорт является обслуживающей отраслью, развитие которой призвано обеспечить потребности в перевозках. Поэтому главным в исследованиях для автомобильного транспорта является оценка и предложения по совершенствованию соответствия его деятельности потребностям российской экономики, населения и условиям интеграции национального автотранспорта в мировую транспортную систему.

Автотранспорт, как и другие подотрасли транспорта, не производит для себя необходимые ресурсы (АТС, ТСМ, запчасти, гаражное оборудование, технические средства диспетчерского управления и организации регулирования дорожного движения, объекты инфраструктуры и др.). Поэтому другим важнейшим классом объектов исследования транспортной науки являются рациональность использования и оценка этих ресурсов. Значимость этих исследований по меньшей мере не ниже, чем исследований по перенесению

на транспорт инновационных достижений из передовых отраслей науки и техники, по совершенствованию «внутритранспортных» технологий или методов регулирования его деятельности.

Однако в силу децентрализованности управления, организации и размещения автомобильного транспорта, а также ряда других причин подотрасль уже не выполняет функции разработчика требований к потребляемым ею ресурсам. Поэтому в последние два десятилетия связанные с этой функцией исследования оказались менее востребованными и значительно сократились в объеме.

Сочетание приведенных фундаментальных особенностей исследований для автотранспорта делают экономически неоправданным разработку инновационных технологий специально для автомобильного транспорта. Такие разработки предпринимаются скорее как исключение, по специальным решениям органов власти, а для автомобильного транспорта, как правило, лишь адаптируются инновационные технологии, созданные и уже апробированные в высокотехнологичных отраслях техники.

Транспортная наука объединяет в себе ряд самостоятельных разделов со своими специфическими методами исследования и арсеналами накопленного знания. Эти разделы аккумулируют результаты переноса достижений фундаментальных и опережающих технических наук в прикладную транспортную науку.

Традиционное представление *о проблематике транспортной науки* применительно к автотранспорту дает *совокупность*, например, учебников по:

1. Вождению и подготовке водителей АТС.
2. Автомобильным пассажирским перевозкам.
3. Логистике и технологиям погрузо-разгрузочных работ.
4. Применению специализированных АТС.
5. Городскому электротранспорту.
6. Технической эксплуатации автомобильного транспорта.
7. Организации и безопасности дорожного движения и безопасности АТС.
8. Транспортной экологии.

9. Экономике автомобильного транспорта.

10. Охране труда.

Вместе они очерчивают скорее представление о границах действующего автомобильного транспорта как подотрасли экономики. Границы транспортной науки в большей степени обращены в будущее, более подвижны и, как правило, следуют за изменениями потребностей в автомобильных перевозках и инновационными возможностями совершенствования автотранспортных технологий, предоставляемыми достижениями высокотехнологичных отраслей. Развитие методов исследований в транспортной науке дает новые возможности совершенствования автотранспортных технологий и со своей стороны формирует менее заметные изменения сравнительно более консервативной методологии транспортной науки.

Транспорт и соответственно транспортная наука не едины, они объединяют в себе современные достижения большого числа естественных и технических наук, прежде всего, — из «передовых» высокотехнологичных отраслей. Из транспортной науки полвека назад выделилась в самостоятельную область знания теория автомобиля — научная база автомобилестроения. Научным фундаментом автотранспортной ветви транспортной науки стала теория эксплуатационных свойств АТС. С определенной адаптацией эта же теория эксплуатационных свойств применима и к поставляемой автомобильному транспорту продукции: запасным частям, ТСМ, гаражному оборудованию и средствам технического диагностирования.

В результате современное научное обслуживание отрасли «автомобильный транспорт» по структуре и направленности также носит специфически эксплуатационный характер. Структура научного обслуживания автомобильного транспорта по своей ориентации и содержанию подвижна и в каждый период времени соответствует построению и направленности инновационной деятельности автомобильного транспорта, посредством которой преодолеваются его проблемы.

В современной России научное обслуживание автомобильного транспорта поддерживает стратегию преимущественно внешнего

«косвенного» регулирования его деятельности через нормативную базу федеральных и региональных органов власти. Лишь с 2009 г. усилилось внимание к развитию саморегулирования деятельности операторов на рынках автоперевозок и услуг автосервиса, созданию внутрипроизводственных норм их деятельности (например, стандартов предприятия).

**Основные задачи научного обслуживания автомобильного транспорта:**

1. Государственное регулирование и саморегулирование деятельности автомобильного транспорта посредством норм.
2. Совершенствование автотранспортных технологий.
3. Обоснование требований автомобильного транспорта к обслуживающим отраслям промышленности, дорожному строительству и дорожному хозяйству, городскому строительству и проектированию.
4. Совершенствование организации и управления деятельностью, размещения и структуры парка и производственно-технической базы автомобильного транспорта.

*Регулирование посредством норм* служит основным инструментом воздействия органов власти на деятельность автомобильного транспорта. Оно применяется практически ко всем объектам и сторонам деятельности автомобильного транспорта: финансово-экономической, организации перевозок, технической эксплуатации, развитию производственной структуры и производственно-технической базы предприятий, обеспечению безопасности перевозок и экологической безопасности эксплуатируемых АТС, охране труда на предприятиях и режимам работы водителей и т.д.

Большая часть применяемых на автомобильном транспорте норм носит обязательный характер. Но даже если норма введена как рекомендательная, на предприятиях чаще всего принудительно требуют от исполнителей ее соблюдения. Значительное число норм и решений по их применению исходит от органов исполнительной власти государства. Разработка практически всех норм для автомобильного транспорта осуществляется транспортной наукой, так что

свыше 80% выполняемых для автомобильного транспорта исследований направлены на изменение нормативов и создание целевых программ их достижения. Реже содержанием НИР служит прогнозирование и лишь немногие исследования изменяют хотя бы отчасти цели автотранспортной деятельности.

*Технологии автомобильного транспорта* в абсолютном большинстве вводятся как рекомендательные. Применение и обновление технологий зависит от решений субъектов автотранспортной деятельности. Поэтому и технологический прогресс автотранспорта, экономические и технико-эксплуатационные показатели его деятельности также в сильнейшей степени зависят от своевременности принятия этих решений. В силу децентрализованности автомобильного транспорта государственное регулирование в силах лишь стимулировать и информировать субъекты автотранспортной деятельности для своевременности обновления технологий.

*Формирование требований автомобильного транспорта* к обслуживающим отраслям промышленности и потребляемой продукции обеспечивается главным образом усилиями научного обеспечения автотранспорта. Ни один из федеральных органов исполнительной власти юридически не уполномочен в настоящее время представлять в этом отношении интересы автомобильного транспорта.

Развитие автомобильного транспорта и его научного обслуживания отличает от железнодорожного, трубопроводного, воздушного транспорта механизм инновационного обновления технологий и взаимодействия с обслуживающими отраслями промышленности. Создание и применение новых технологий на железнодорожном, трубопроводном и воздушном транспорте непосредственно или через федеральные структуры поддерживают федеральные органы исполнительной власти. Решения об их замене часто также принадлежит органам власти.

На автомобильном транспорте участие государства в обновлении технологий неизмеримо меньше. Применение, а часто и создание новых технологий (исключая лишь обеспечивающие безопас-

ность), автотранспорт организует, как правило, своими силами. Промышленность сама принимает решения о модернизации продукции, поставляемой ею автотранспорту. И только научное обслуживание автотранспорта участвует в формировании требований к потребляемой им продукции.

#### **Способы оценки состояния, функционирования и развития автомобильного транспорта:**

1. Нормами (юридическими, техническими, технологическими, экономическими, внутренними и внешними).
2. Динамикой показателей деятельности или потребления на определенных уровнях (АТС, АТП, региона, Российской Федерации и пр.).
3. Сравнением с аналогами в других условиях использования или эксплуатации (за рубежом, с другими видами транспорта).
4. Показателями потенциально достижимой оптимизации использования ресурсов или деятельности.

#### **Аспекты деятельности автомобильного транспорта, регулируемые посредством норм:**

1. Юридическое (гражданско-правовое и административно-правовое) регулирование деятельности.
2. Производственное функционирование.
3. Согласованность с другими объектами транспорта или среды.
4. Финансово-экономическая деятельность.
5. ОБДД, транспортная и экологическая безопасность.
6. Квалификационные требования к персоналу.
7. Техническое регулирование на автомобильном транспорте.
8. Технологическая, функциональная или структурная оптимальность.

#### **Виды норм:**

1. Правовые.
2. Обязательные групповые, введенные нормативными документами.

3. Внутрипроизводственные рекомендательные (групповые, корректируемые, индивидуальные).

4. Проектные нормы.

5. Условные, относительные (изменяющиеся, текущие) нормы состояния или качества функционирования производственных объектов.

***Задачи научного обоснования норм для автомобильного транспорта:***

1. Подготовка норм для их утверждения расчетными, интерполяционными, эмпирическими, экспертными методами.

2. Адаптация и корректирование типовых норм.

3. Индивидуализация типовых норм для единичных объектов.

4. Исследование применимости или адекватности норм.

5. Дробление (детализация) норм для типовых условий.

6. Разработка санкций за несоблюдение установленных норм.

Важнейшее значение для деятельности и экономически устойчивого развития автотранспорта имеет преодоление возникающих проблем через подготовку обоснованных норм по результатам исследований. Этапность их формирования для органов власти выходит далеко за рамки сбора и обобщения статистики (рис. 4.1).

***Совершенствование технологий автотранспортной деятельности:***

1. Технологии перевозочной деятельности автомобильного транспорта.

1.1. Погрузо-разгрузочных работ.

1.2. Сбора платы с пассажиров за проезд.

1.3. Логистической оптимизации перевозок грузов.

1.4. Взаимодействия с другими видами транспорта в транспортных узлах.

1.5. Расчета расписаний и графиков движения автобусов.

1.6. Диспетчерского сопровождения перевозок грузов и пассажиров.

1.7. Технологии работы автовокзалов.

## 2. Технологии работы с водителями .

### 2.1. Предрейсового медицинского осмотра.

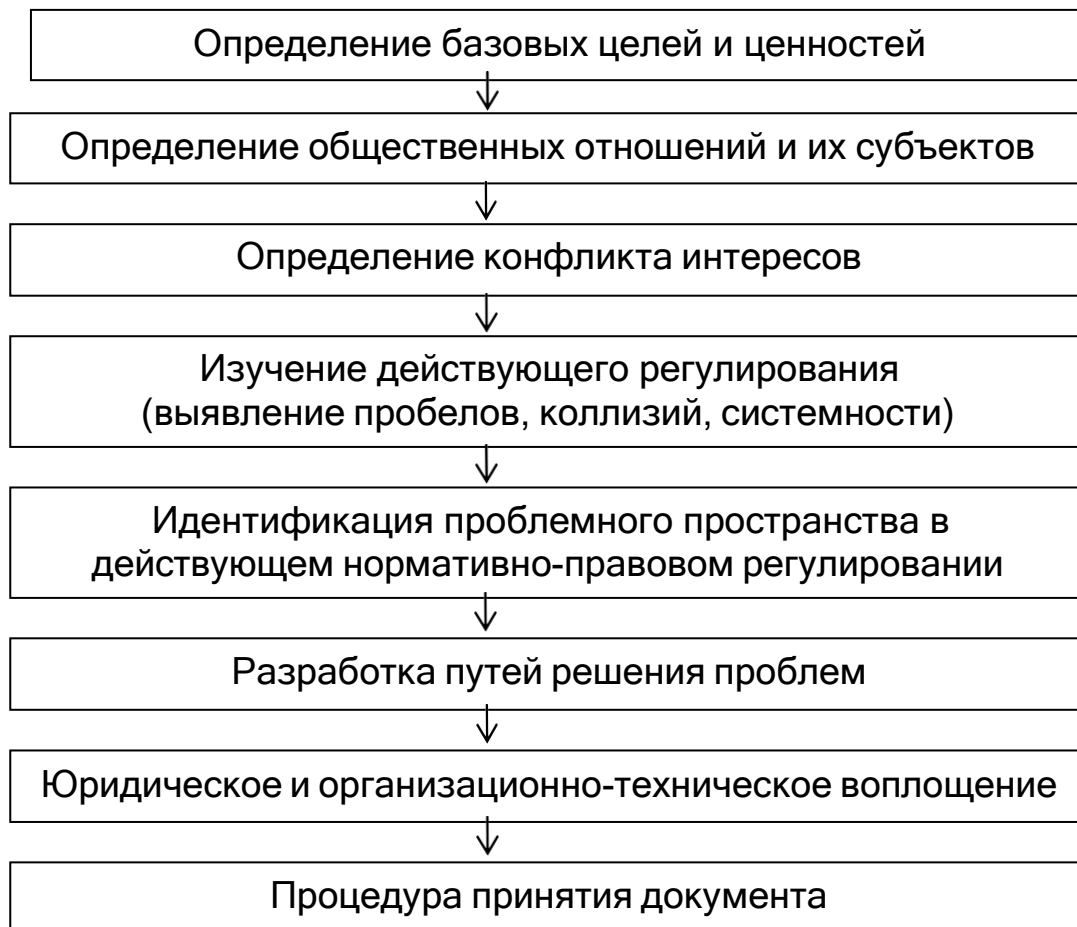


Рис. 4.1. Типовые этапы нормотворчества

### 2.2. Повышения квалификации.

### 2.3. Контроля и оценки работы на линии.

### 2.4. Соблюдения режима труда и отдыха.

## 3. Технологии обеспечения безопасности автомобильного транспорта.

### 3.1. Экологического контроля АТС.

### 3.2. Оценки и выбора маршрутов движения.

### 3.3. Технического осмотра.

### 3.4. Контроля скоростного режима движения.

### 3.5. Контроля за внесением изменений в конструкцию АТС при эксплуатации.

3.6. Подготовки, повышения квалификации и отбора водителей.

3.7. Выявления мест концентрации ДТП.

4. *Технологии технической эксплуатации АТС.*

4.1. Проверки технического состояния и диагностирования АТС.

4.2. Хранения АТС.

4.3. Эксплуатации автомобильных шин.

4.4. Эксплуатации стартерных АКБ на АТС.

4.5. ТО и ремонта.

4.6. Приемки и выпуска АТС из ТО и ремонта.

4.7. Компьютерного управления ТО и ремонтом.

4.8. Корректирования типовых режимов и периодичностей ТО.

4.9. Контроля за расходом ТСМ.

4.10. Контроля технического состояния АТС при выпуске на линию.

4.11. Противокоррозионной защиты кузовов АТС.

4.12. Консервации АТС.

4.13. Применения альтернативных видов топлива и гибридных технологий.

***Формирование требований автомобильного транспорта к обслуживающим отраслям промышленности, дорожно-му и городскому строительным комплексам:***

1. Формирование требований к АТС, приобретаемым для государственных и муниципальных нужд.

2. Организация оценки качества поставляемой АТ продукции (запчастей, ТСМ, гаражного и диагностического оборудования, инструмента и др.).

3. Организация мониторинга безопасности и экономических показателей АТС в эксплуатации.

4. Участие в разработке программ, проектов и прогнозов строительства и ремонта дорог и маршрутных сетей в городах.

5. Участие в приемке построенных и отремонтированных дорог, эксплуатационном контроле их технического состояния.

6. Участие в развитии дорожной и автотранспортной инфраструктуры дорог федерального и регионального значения.

#### **4.3. Специфика объектов исследования на автомобильном транспорте**

Специфика объектов исследований на автомобильном транспорте и стоящих за этими исследованиями реальных проблем диктует выбор целей и направлений этих исследований. Она же в решающей степени предопределяет методологические особенности, применимость методов исследований и подходов.

Специфична направленность исследований на автомобильном транспорте.

##### ***Объектная направленность исследований на автомобильном транспорте:***

1. Рационализация использования и оценка ресурсов, потребляемых автомобильным транспортом для выполнения транспортной работы.

2. Обоснование потребностей автомобильного транспорта в материальных и кадровых ресурсах для отраслей-поставщиков и сферы образования, обеспечивающих функционирование автомобильного комплекса.

3. Минимизация вредных последствий функционирования автомобильного транспорта.

4. Перенос на автомобильный транспорт новейших технологических достижений НТП из передовых высокотехнологичных отраслей промышленности и сфер фундаментальной науки.

5. Регулирование деятельности и развития автомобильного транспорта как целого и по отдельным его подсистемам и регионам для достижения сбалансированности транспортных возможностей с потребностями экономики и населения.

6. Рационализация управления и организации деятельности автомобильного транспорта.

Помимо представленных основных направлений исследований на автомобильном транспорте, выполняется немало более частных научных работ по индивидуальным запросам отдельных автотранспортных объединений и территориальных органов власти. В большинстве случаев эти работы носят проектный или граничащий с проектированием характер и потому лишь отчасти и только в отдельных отношениях могут быть отнесены к сфере транспортной науки.

Транспортная наука не принадлежит к наиболее высокотехнологичным отраслям технических наук и не получает больших ресурсов для своего развития. Поэтому никогда не поддерживалось сплошного фронта исследований по тематике автомобильного транспорта. И прежде, и теперь научные исследования предпринимались только по наиболее актуальным, самым жгучим проблемам действующего автотранспорта, решения которых на уровне местной рационализации автомобилисты не могли заимствовать ни из своего, ни из зарубежного опыта, ни из возможностей автомобилестроения. В результате научные достижения в изучении автотранспорта зачастую десятилетиями не получали дальнейшего развития и полномасштабной реализации.

Вследствие этого актуальность каждого из направлений исследований подвержена глубоким изменениям, а оценки инноваций оказываются переменными. Они «привязаны» не только к реальному состоянию транспортной науки и ее запаздыванию в использовании мировых достижений высокотехнологичных отраслей и фундаментальных наук, но и к повседневным потребностям автотранспорта.

*Рационализация использования ресурсов* служит целью едва ли не большинства исследований всех видов, выполняемых в интересах автомобильного транспорта. Отличий в их конкретной направленности, степени охвата потребляемых автотранспортом ресурсов и в формулировках названий исследований — множество. В частности, исследуются потребности в численности и качестве парков АТС, запасных частей, гаражного оборудования, средств техни-

ческого диагностирования, средств регулирования дорожного движения и дорожных ограждений, концентрация производственно-технической базы и размещение ее элементов, качество и структура потребления ТСМ, квалификация кадров и потребность в трудовых ресурсах, возможности минимизации потребления ресурсов и улучшения их использования и др. Одним из наиболее ярких примеров работ в этом направлении служат исследования по обеспечению в эксплуатации перевода автомобильного транспорта на альтернативные виды топлива и на применение электрического или гибридного привода.

Тематика научных работ, посвященных обоснованию потребностей автомобильного транспорта в материальных и кадровых ресурсах для отраслей-поставщиков и сферы образования, обеспечивающих функционирование автодорожного комплекса, определяется конкретными запросами крупнейших объединений и ассоциаций автомобильного транспорта. Поэтому такие НИР выполняются крайне редко, по заказам последних или отраслей-поставщиков. Диссертационные работы по этой тематике также очень редки, еще реже в этом направлении организуются поисковые НИР. Заметная доля этих исследований преследуют оценку эксплуатационных свойств АТС (энергопотребления, надежности, безопасности и др.) в интересах отраслей промышленности. Исследования этой направленности граничат с маркетинговыми «исследованиями» спроса на продукцию этих отраслей, но, в отличие от них, способны вырабатывать рекомендации по модернизации продукции. По сути, подобные исследования в сфере эксплуатации автомобильного транспорта способствуют генерации целей и конструктивных идей по их достижению для проектно-конструкторских сил промышленности. Это наглядно иллюстрируют выполняемые в России с 2009-2010 гг. НИР по применению телематических технологий позиционирования, контроля и управления автомобильными перевозками с использованием глобальной спутниковой навигации.

Исследования возможностей минимизации вредных последствий функционирования автомобильного транспорта относятся

к числу наиболее популярных. Уже свыше 40 лет интенсивно развивается научное направление, связанное с повышением безопасности дорожного движения, организована подготовка дипломированных специалистов этой области. В последние два десятилетия последовательно сформировались новые направления трансферной безопасности и транспортной (антитеррористической) безопасности, со своими методами мониторинга и научным обеспечением. И хотя они пока не привели к радикальным решениям исходных проблем, но подсказали направления наиболее рационального проведения мероприятий по повышению безопасности дорожного движения, снижению вредного воздействия на окружающую среду и обеспечению транспортной безопасности.

*Перенос на автомобильный транспорт новейших технологических достижений НТП* из передовых высокотехнологичных отраслей промышленности и сфер фундаментальной науки служит магистральным направлением совершенствования автотранспортных технологий вне зависимости от социально-экономических условий и состояния экономики. Именно от этой составляющей исследований в интересах автотранспорта более всего зависит эффективность, безопасность и условия труда в основных профессиях автотранспортников: водителей, ремонтников, экспедиторов. Разработанные инновации, в первую очередь, способны преобразовать и сам характер труда на автотранспорте.

Промышленное производство зависит только от технологии этого производства. Транспорт и показатели работы транспорта зависят от технологий собственно транспортирования, управления, организации и технологии перевозки, но в еще большей степени — от эффективности технологий производства средств транспорта. Объектами совершенствования и исследований служат обе составляющие технологического обеспечения автотранспортной деятельности. Однако автотранспортная наука занимается первой совокупностью технологий. А совершенствование средств транспорта и технологий их производства вместе с исследованиями этих вопро-

сов практически целиком отдано научному обслуживанию машиностроения и автомобилестроения, в частности.

*Регулирование деятельности и развития автомобильного транспорта как целого и по отдельным его подсистемам и регионам с переходом к рыночной экономике стало важнейшей задачей органов государственной власти применительно к автотранспорту. Саморегулирование на автотранспорте пока не получило развития. Обеспечение сбалансированности транспортных возможностей с потребностями экономики и населения, территориальное и инфраструктурное развитие транспорта и автотранспортных комплексов служат целями государственного регулирования.*

Унаследованная из плановой экономики нормативная база автотранспорта почти целиком оказалась неприменима. Процесс ее обновления для приватизированного автотранспорта продолжается уже третье десятилетие и даже в отношении базовых норм и нормативно-правовых актов еще далеко не завершен. Регулирование деятельности автотранспорта осуществляется на основе продолжающей свое формирование нормативной базы, структура которой представлена на рис. 4.2.

Она обеспечивает гражданско-правовое регулирование отношений потребителей автотранспортных услуг и производителей этих услуг (прежде всего, по выполнению перевозок и ремонту, ТО и техническому осмотру транспортных средств) и административно-правовое регулирование отношений органов власти с хозяйствующими субъектами автотранспорта.

Нормативно-правовая база административно-правового регулирования включает техническое регулирование, регулирование организации безопасности транспортной деятельности и организации допуска хозяйствующих субъектов к транспортной деятельности. Техническое регулирование обращено исключительно к безопасности технических объектов и реализуется через технические регламенты и стандарты, организационные системы оценки соответствия технических объектов требованиям указанных нормативных документов.

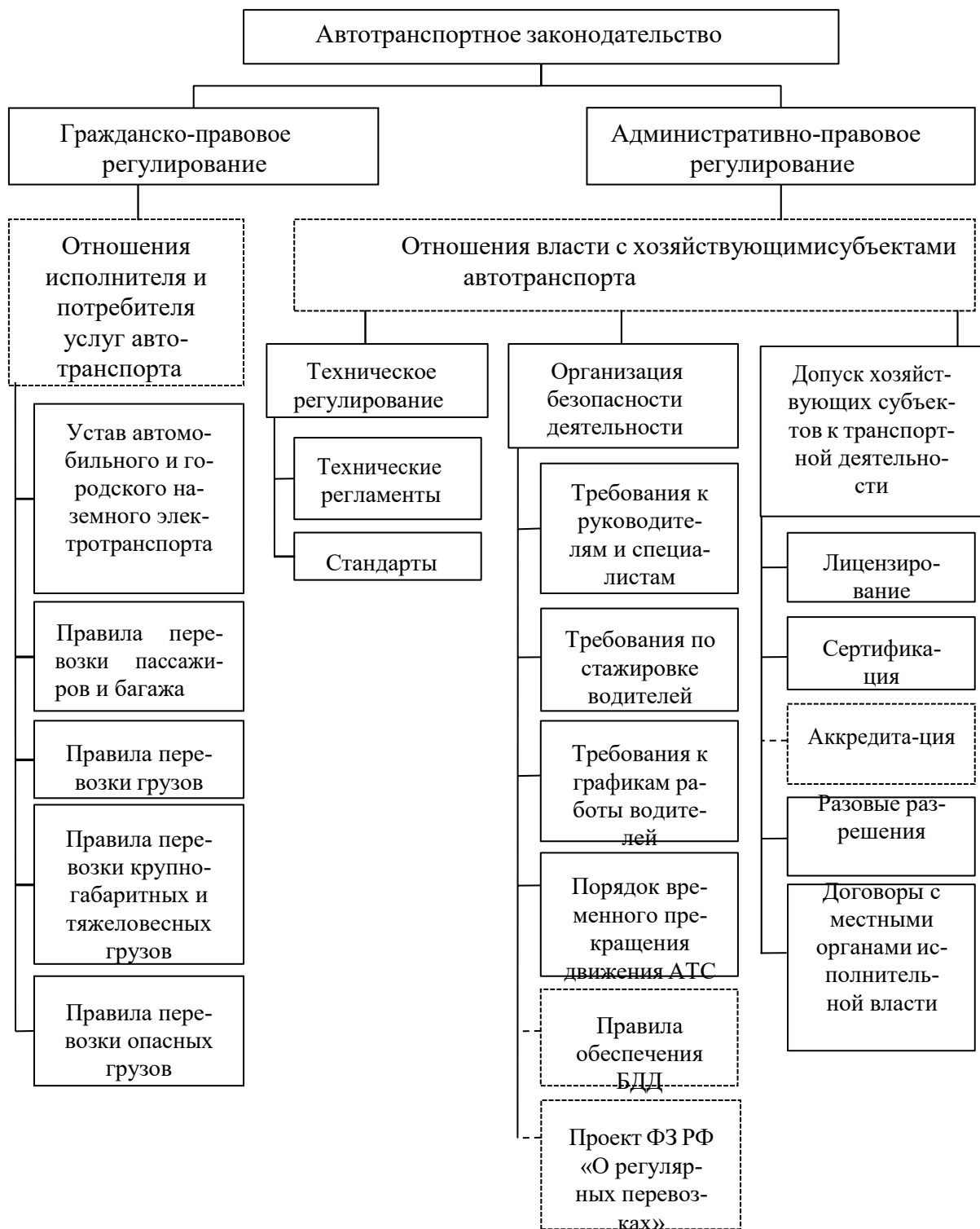


Рис. 4.2. Формы и правовые инструменты государственного нормативно-правового регулирования автотранспортной деятельности в Российской Федерации

Нормативная база регулирования организации безопасности транспортной деятельности еще не вполне сформирована, недос-

тает еще ряда нормативных документов. Основной вклад в ее развитие вносят НИР, выполняемые по заказам органов власти, тогда как вклад диссертационных исследований незначителен. Нормативная база организации допуска хозяйствующих субъектов к транспортной деятельности пока не устоялась и чаще других подвергается реформам. Так, сертификация услуг автотранспорта сделана добровольной, закон об аккредитации все еще отсутствует, полезность лицензирования подвергается сомнению, а вместо стабильных договоров с местными органами исполнительной власти применяются разовые разрешения на перевозку.

*Рационализация управления и организации деятельности автомобильного транспорта* еще со времен плановой экономики остается едва ли не самым популярным у руководителей отрасли традиционным направлением новаций. При минимуме вложений и без длительных исследований на этом направлении ищут масштабного эффекта. Особенно обостряется интерес к этому направлению в периоды модернизации экономических условий или методов регулирования деятельности отрасли. Но при всей привлекательности этого направления реальный эффект от него не превышал достигаемого от совершенствования автотранспортных технологий.

Рационализация управления изучает производственные объекты автомобильного транспорта в организационном отношении. Технологии функционирования подобных производственных объектов при этом недооцениваются, так как рассматриваются не как самостоятельный предмет исследования, развивающийся за счет ресурсов отрасли, а всего лишь как рутинный управляемый ресурсоёмкий элемент удовлетворения спроса со стороны транспортного предприятия.

**Автомобильный транспорт** — не система однородных объектов, а сложная, распределенная по территории, собственникам и социально-экономическим образованиям и рынкам децентрализованная совокупность производственных объектов, каждый из которых представляет в свою очередь иерархию более локальных тех-

нологических, технических, организационных и эргатических объектов. И если в других отраслях технических наук основную долю финансирования получают исследования технических объектов, то на автотранспорте объекты исследований чаще носят технико-экономический характер и, как правило, - с человеко-машинным компонентом, с обязательным учетом среды или условий применения. Отсюда и необходимость применения системного анализа и системной постановки задачи в эксплуатационных исследованиях.

*На макроуровне автотранспорт как объект изучают в отношениях:*

- степени удовлетворения спроса и загрузки, развития и взаимодействия региональных и промышленных автотранспортных комплексов с другими видами транспорта, логистическими системами и инфраструктурой;
- потребляемых трудовых и материальных ресурсов; эффективности
- децентрализованного управления или регионального контроля за выполнением перевозок особых видов;
- как управляемые рынки транспортных, логистических услуг;
- нормативно-правового регулирования деятельности; финансовой
- деятельности, ее устойчивости и экономической управляемости;
- негативных последствий выполнения перевозок.

*На микроуровнях объекты автотранспорта изучают в отношениях:*

- надежности составных частей АТС, гаражного и вспомогательного оборудования;
- эффективности и стабильности работы водителя; эффективности
- построения и функционирования локальных технологических, производственных и вспомогательных объектов;
- технологий перевозок и сопутствующих технологий погрузки-разгрузки, пересадки пассажиров, оформления и оплаты проезда или перевозки; ТО, ремонта, диагностирования, переоборудования АТС и т.д.;

- организации и структуры производственных подразделений на предприятиях автомобильного транспорта;
- работоспособности новых элементов технологий, нового оборудования и технологических блоков операций и др.

***Физические отличия технических объектов автомобильного транспорта, исследуемых транспортной наукой:***

1. Уникальное разнообразие природы объектов исследования.
2. Массовость эксплуатируемых объектов.
3. Изменчивость эксплуатационных свойств и характеристик эксплуатируемых объектов по мере выработки ресурса.
4. Разброс эксплуатационных свойств изучаемых неидентичных друг другу объектов уже на стадии их ввода в эксплуатацию.
5. Широчайшее варьирование эксплуатационных свойств и характеристик эксплуатируемых объектов в силу продолжительной эксплуатации устаревших объектов и выработки той или иной части ресурса у абсолютного большинства исследуемых объектов.

Указанные физические отличия объектов автомобильного транспорта определяют ***отличительные особенности автомобильных объектов исследований для методологии транспортной науки:***

1. Эксплуатационный характер объектов исследований, выбор для исследования только их эксплуатационных аспектов в расчете на обязательность реализации полученных результатов силами автомобильного транспорта. Технические объекты исследований, как правило, лишь эксплуатируются на автомобильном транспорте, а конструируются и изготавливаются промышленностью.

2. Двойственность объекта исследований, на которых сначала исследуется определенная часть действующего автомобильного транспорта, а затем моделируемое предложение по его инновационному преобразованию.

3. Многоаспектность каждого из объектов исследования, характеризующая совокупностью возможных предметов исследования одного объекта. В большинстве исследований приходится учитывать человеческий фактор или социальный аспект. В качестве тех-

нических объектов исследований чаще всего выступают человеко-машинные системы или системы параметров, учитывающие человеческий фактор и социальные последствия инноваций.

4. Необходимость учета индивидуальных отличий и изменчивости задаваемых изготовителями свойств и технического состояния объектов из состава эксплуатируемого парка этих объектов.

5. Необходимость подтверждения применимости результатов исследования к эксплуатируемому парку объектов вследствие жесткой ограниченности объема выборки однотипных объектов, подвергаемых исследованию, из множества эксплуатируемых объектов.

В исследованиях для автомобильного транспорта объект исследования – это всегда какая-то определенная составная часть автомобильного транспорта, его производственной сферы, материальной составляющей и персонала. Каждое исследование вычленяет исследуемую часть или аспект деятельности транспорта – свою систему, локальный объект.

Природа объектов исследований на автомобильном транспорте может быть самой разной - от традиционных естественно-научных объектов теоретической механики и математики до человеко-машинных комплексов и эргатических систем, исследуемых инженерной психологией и экологией. В зависимости от потребностей автомобильного транспорта исследуются любые свойства самых разных объектов - от единичной детали до дорожного движения и провозных возможностей автомобильных парков регионов. В этом уникальность объектов исследований на автомобильном транспорте и привлекаемого для их проведения арсенала научных методов.

На автомобильном транспорте исследуются только эксплуатационные аспекты объектов, в том числе и технических. Интерес для него представляют лишь аспекты, существенно влияющие на эффективность и безопасность эксплуатации, и при этом доступные для инновационного преобразования силами и ресурсами автомобильного транспорта по результатам выполненного исследования.

Изменчивость (преимущественно в сторону снижения) эксплуатационных свойств и характеристик эксплуатируемых объектов

исследований по мере выработки ресурса представляет характерную особенность автотранспорта и выполняемых для него исследований. В авиации и на железнодорожном транспорте не допускают подобных снижений свойств технических объектов, а во многих других отраслях технических наук эта изменчивость незначительна и ею можно пренебречь.

На автотранспорте большинство объектов эксплуатируют до выраженного отказа техники (это именуют «стратегией эксплуатации до отказа»). При эксплуатации работоспособность объектов многократно восстанавливается до полной выработки их ресурса. При этом свойства значительной части эксплуатируемых объектов существенно отличаются от свойств объектов, вновь вводимых в эксплуатацию (а тем более — вновь вводимых в обращение после их проектирования и испытаний). На автотранспорте это приходится учитывать не только в исследованиях надежности техники, но и в исследованиях, не затрагивающих вопросы надежности.

Это вызвано тем, что объект исследования на автомобильном транспорте, в отличие от автомобилестроения, представляет собой совокупность, взаимодействие или стык нескольких разнородных по своей природе объектов. Поэтому объекты исследований на автомобильном транспорте характеризуются, как правило, системой нескольких разнородных измерений. Их приходится исследовать системно, методами технических и гуманитарных наук совместно, в совокупности нескольких существенных аспектов свойств этих объектов:

- технического; технологического;
- организационно-управленческого;
- социологического; экономического;
- юридического.

Выбор для исследования определенного аспекта и характеризующих этот аспект изучаемых свойств и характеристик принято именовать **предметом исследования**.

Даже исследования технических объектов на автомобильном транспорте носят выраженный многоплановый характер. Для изучения и инновационного преобразования технические объекты исследования на автомобильном транспорте изучают, а затем моделируют с использованием всех доступных исследователям методов представления этих специфических объектов для последующего анализа.

При постановке задачи исследования типовыми, наиболее часто употребляемыми служат следующие методы **априорного системного представления объектов автомобильного транспорта**:

1. Содержанием юридических норм и предписаний.
2. Статистическими данными по результатам наблюдений, измерений, эксплуатационных испытаний, анкетирования или опросов, обследования или по отчетным показателям и др.
3. Экономическими показателями.
4. Сопоставлением результатов экспериментов с аналогичными данными по таким же объектам в аналогичных условиях эксплуатации за рубежом или в других отраслях транспорта.

Ввиду отмеченной характерной многоаспектности объектов исследований на автомобильном транспорте, разнообразия и изменчивости их свойств часто в теоретической и экспериментальной частях работы приходится пользоваться совместно несколькими указанными методами представления объектов. В наиболее глубоких исследованиях это является обязательным условием их качественного проведения, гарантирующего обоснованность получаемых выводов и рекомендаций. Не для всех объектов исследователь еще до выполнения научной работы располагает данными по указанной номенклатуре и не все из указанных сведений может привести, но его долг состоит в максимально полной характеристике изучаемого объекта в обзорной части исследования.

Для определенных категорий объектов автомобильного транспорта допустимо не отражать отдельные аспекты указанной типовой структуры обоснования актуальности исследования. Постановка за-

дачи в абсолютном большинстве исследований на автомобильном транспорте должна быть системной и формироваться с использованием методов системного анализа, с обоснованием целей исследования, целей и эффективности последующего инновационного совершенствования изучаемого объекта. В теоретических исследованиях и при моделировании технических объектов в исследованиях для автомобильного транспорта используют наиболее обширный арсенал научных понятий, описаний и анализа.

***Моделирование технических объектов исследования на автомобильном транспорте:***

1. Юридическими нормами.
2. Экономическими показателями.
3. Статистическими и вероятностными характеристиками.
4. Сочетаниями входных и выходных переменных (системными представлениями, в частности, кибернетическими «черными ящиками») в понятиях теории операций.
6. Передаточными функциями теории автоматического регулирования.
7. Системами структурных связей и внешних воздействий с привлечением математического аппарата структурного анализа.
8. Детерминированными системами уравнений.

Для исследований на автомобильном транспорте характерна невыполнимость или недоступность активных экспериментов с большинством действующих производственных и организационно-технологических объектов. Также невозможны активные эксперименты над безопасностью дорожного движения, транспортной и экологической безопасностью или безопасностью труда на автомобильном транспорте. В этих исследованиях изучаемый объект прямо и непосредственно ограничивает возможности выбора методов исследований. Таким образом, для автомобильного транспорта исследования выполняют, как правило, «на стыке» и в пределах специфических ограничений применимости методов исследований в транспортной науке.

Но чаще всего объекты транспортной науки обладают не- несколькими из указанных измерений. Эти объекты почти всегда системные, многоаспектные, пограничные для разных методов и плоскостей исследования. Поэтому и транспортная наука методологически развивалась как инструмент многоаспектного комплексного изучения таких объектов. Взаимозависимости свойств изучаемых на автотранспорте объектов оказываются в центре большинства принимаемых для него исследований. Их приходится учитывать при постановке исследования, выборе предмета исследования, в системе вводимых ограничений и допущений.

Достоверность результатов и обоснованность сформулированной гипотезы исследования на автомобильном транспорте достигается **системностью** отображения **важнейших аспектов** исследуемого объекта.

В транспортной науке **исследуемый объект** представляют одной из совокупностей качественных описаний и количественных исходных данных (последние именуют операндом) из следующего перечня:

1. Статистическими данными по эксплуатируемому парку объектов, в том числе по сравнению с уровнем свойств и параметров вновь вводимых в эксплуатацию объектов.
2. Анализом сфер действия, содержания и применимости юридических норм и предписаний или их расхождения с реальностью.
3. Результатами измерений или оценок экспертов для выборки однотипных объектов.
4. Экономическими показателями эксплуатируемых объектов.
5. Сравнением с показателями применения аналогичных объектов в других странах и на других видах транспорта.
6. Показателями изменчивости эксплуатационных свойств по мере выработки объектами их ресурса.
7. Характеристиками соответствия объекта глобальным целям социально-экономического развития страны, поддержания ее обороноспособности и конкурентоспособности.

Автомобильный транспорт относится к наиболее массовым отраслям экономики, причем размещение, организация и управление его деятельностью децентрализованы. Специфической особенностью автомобильного транспорта как эксплуатирующей отрасли экономики и предпринимаемых в отношении него исследований является множественный характер всех сколько-нибудь значимых объектов, в том числе технических и организационных. Почти во всех случаях приходится проводить исследования на множестве однотипных, но эксплуатируемых в разных условиях объектов, либо на выборках типовых объектов из множества применяемых.

Даже при исследовании единичного типового объекта или не-многочисленной выборки таких типовых объектов в расчете на последующее перенесение результатов исследования на весь парк (все множество) однотипных эксплуатируемых объектов приходится доказывать общность и(или) применимость полученных результатов для множества эксплуатируемых объектов. Такое вынужденное обоснование применимости результатов, полученных на выборке из множества однотипных эксплуатируемых объектов, не является следствием какой-то специфики самих объектов автомобильного транспорта, а характерной особенностью и обязательной составной частью методологии большинства исследований в интересах автомобильного транспорта.

Проектные инновационные предложения по преобразованию исследуемого объекта необходимо сопоставлять не только достигнутыми средними показателями по отрасли и идеализированным теоретически возможным гипотетическим оптимумом или пределом возможного, но и с действующими нормами, с опытом высокотехнологичных отраслей науки и техники, передовым зарубежным и российским опытом автотранспорта.

#### **4.4. Методы исследования на автомобильном транспорте**

Как не однородны объекты исследования на автомобильном транспорте, так многообразен и арсенал методов их изучения. Обь-

екты транспортной науки почти всегда носят многоаспектный характер, пограничный для разных наук и привлекаемых методов исследования. Поэтому, в отличие от большинства других технических наук, почти в каждом исследовании на автомобильном транспорте используют самый широкий спектр методов как теоретических, так и экспериментальных исследований.

Это в полной мере относится к применению методов **теоретических исследований** на автомобильном транспорте. Других существенных отличий арсенал методов теоретических исследований транспортной науки на автомобильном транспорте не имеет.

Для объектов исследований эксплуатации автомобильного транспорта наиболее часто применяют системный подход, который является общенаучной методологией постановки задач в исследованиях сложных объектов. В транспортной науке роль системного подхода двоякая: это не только инструмент максимально общей постановки задачи исследования, но одновременно и средство поиска целей наиболее рационального и продуктивного инновационного преобразования исследуемого объекта как совершенствуемой части автомобильного транспорта.

В процессе применения системного подхода исследователь проводит декомпозицию сложного объекта на систему составляющих элементов, а затем, выявив реальные или виртуальные отношения (связи) между ними, осуществляет системный синтез объекта (структуризацию). Степень декомпозиции ограничивается требованием рациональности и полноты детализации системы, исходя из условий максимального упрощения и достаточной полноты отражения свойств и целей исследования объекта исследований. Это может быть сделано только на основе логического анализа имеющихся сведений. В процессе такого анализа может быть осуществлено расширение или, наоборот, сужение перечня элементов системы. Эту процедуру часто именуют структуризацией формируемого представления об объекте исследования.

Структуризация начинается с выделения системы из внешней среды. Затем производится последовательное рассмотрение всех

объектов и процессов, включенных в систему на стадии декомпозиции объекта. Исследуется возможность оценки влияния внутренних и внешних факторов на процесс функционирования системы и достижения целей, стоящих перед исследуемым объектом как системой. В процессе перебора и анализа таких структурных составляющих системы осуществляется априорное, а затем и количественное ранжирование входных и выходных величин по степени их влияния на функционирование системы. Целью этого этапа является выделение наиболее значимых из них. Завершается структуризация выделением и описанием составных частей изучаемой системы, а также возможных внешних воздействий.

Под системой в этом случае понимают особую организацию специализированных элементов, объединенных в единое целое для решения конкретной задачи. Основное достоинство организации такой системы состоит в несводимости ее свойств к свойствам образующих ее элементов. Система обычно функционирует в той или иной среде, взаимодействуя с другими системами. Свойства систем, их содержание и функции устанавливают посредством выделения системообразующих элементов и связей между ними. Системы анализируются с определенной степенью детализации, с «огрублением» изучаемого объекта и переходом от реальных объектов к моделям. Системный подход дает наиболее полное представление о сложном объекте, что особенно ценно на этапе постановки задач исследования, при дефиците информации о свойствах объекта.

Для автомобильного транспорта наиболее широко применяются следующие методы теоретических исследований.

***Классификация методов теоретических исследований на автомобильном транспорте:***

1. Системный подход.
2. Статистико-вероятностный метод.
3. Моделирование с обязательным использованием методов идеализации и формализации.
4. Проектный метод.

5. Абстрактно-логические методы доказательств, анализа, синтеза, абстрагирования, дедукции, идеализации, восхождения от абстрактного к конкретному.

#### 6. Эмпирический метод.

Как правило, в одном исследовании применяются сочетания этих методов. Сочетания, в которых эти методы использованы в каждом конкретном исследовании зависят от его целей, объекта, объема, содержания и от предпочтений исследователя. Но преимущественное применение в современной транспортной науке получили системный подход, статистико-вероятностный метод и моделирование, при необходимости, используемые в сочетании с другими указанными методами.

Все без исключения указанные методы применяются и в других технических науках. Например, системный подход используется практически во всех исследованиях, объект которых носит организационный характер. Но одновременно в таких исследованиях применяют моделирование или проектный метод в сочетании со статистико-вероятностным методом исследования.

В транспортной науке применительно к автомобильному транспорту преимущественное распространение получили методы теоретических исследований, позволяющие не только выявить источник конкретной проблемы при эксплуатации исследуемого объекта, но и тем или иным путем обосновать возможности его инновационного преобразования силами эксплуатации автомобильного транспорта. Поэтому, например, описательный (монографический) метод практически не находит применения в этих исследованиях.

Такие методы, как системный подход, эмпирический метод, проектный метод носят несамостоятельный характер и применяются в сочетании с другими методами теоретических и экспериментальных исследований. В абсолютном большинстве исследований целесообразно применять системный подход, который позволяет раскрыть многообразие проявлений изучаемого объекта и определить его место в поисках наилучшего решения изучаемой проблемы. В сочетании с применением одного из методов моделирования,

системный подход незаменим как средство постановки задач и в теоретических, и в сугубо экспериментальных исследованиях структуры, свойств и взаимодействия технических объектов с окружающей средой.

Особую значимость для транспортной науки представляют **экспериментальные исследования**. В силу специфики целей исследований на автотранспорте, многоаспектности и изменчивости свойств его объектов, их изучение без эксперимента, как правило, не проводят. Нельзя утверждать, что для автотранспортных объектов теоретические исследования менее значимы, чем экспериментальные, но по сравнению с другими отраслями технических наук их соотношение в транспортной науке по новизне и объемам новых результатов больше смещено в пользу эксперимента. И именно отличия в экспериментальных исследованиях определяют специфику методологии транспортной науки.

Из приведенных в гл. 3 девяти видов экспериментальных исследований наиболее специфичными именно для применений транспортной науки на автотранспорте являются *эксплуатационные наблюдения, статистические исследования и измерения*. Они применяются чаще других как порознь, так и в сочетаниях друг с другом и с прочими методами экспериментальных исследований. Эти же три метода чаще других используются, в частности, в диссертационных работах по тематике автомобильного транспорта.

Реже и преимущественно в экспертных исследованиях проводятся *обследования*, а в диссертационных работах все чаще в последние два десятилетия стало проводиться *анкетирование*. Значительно реже организуются сравнительно затратные *эксплуатационные испытания* и *автоматическая регистрация процессов*. Мысленный эксперимент и мониторинг в исследованиях на автотранспорте почти не встречаются. В других технических науках применимость возможных видов экспериментальных исследований существенно отличается. В электронике и информатике, например, в качестве эксперимента чаще всего выступают в разных сочетаниях измерения, испытания и автоматическая регистрация процессов.

Исследования для автотранспорта, выполненные на стыке наук (в том числе, технических) часто проводят с использованием неспециальных транспортных наук узкоспециальных методов исследования, заимствованных из смежных отраслей науки, от металлографии и газовой спектроскопии до психологических тестов персонала. На автотранспорте экспериментальные исследования, как правило, комбинируются в каждой научной работе, в том числе в диссертационных исследованиях. Например, эксплуатационные наблюдения и автоматическая регистрация процессов почти всегда сочетаются со статистическими исследованиями и статистической обработкой результатов, а испытания — с измерениями. В одной работе часто в сочетании используются по 3-5 видов экспериментальных исследований.

Эксплуатационный характер исследований на автотранспорте обуславливает исключительную значимость условий проведения эксперимента, создания строго заданных тестовых условий, или выбора подконтрольных типовых условий и отбора представительной выборки объектов исследования. Вопросы планирования и организации проведения эксперимента нередко оказываются центральными и наиболее трудно решаемыми в реальных исследованиях.

В силу эксплуатационного характера деятельности автомобильного транспорта наиболее характерна для него организация *эксплуатационных наблюдений*.

**Эксплуатационные наблюдения** — форма сбора данных по показателям эксплуатации или рабочего функционирования объектов автотранспорта, например, АТС на маршрутах или производственных подразделений действующих предприятий автотранспорта.

Эксплуатационные наблюдения дают информацию о функционировании, последствиях функционирования и эксплуатационных свойствах изучаемого объекта, включая динамику этих свойств по мере выработки ресурса. Эксплуатационные наблюдения проводят непосредственно на реальных производственных объектах в процессе их коммерческого использования.

Возможности внутрипроизводственного учета и регистрации событий на действующих предприятиях автотранспорта крайне ограничены. Поэтому на автотранспорте наблюдения чаще организуются в форме *эксплуатационных наблюдений в условиях подконтрольной эксплуатации*, когда специально для целей исследования на действующих предприятиях автотранспорта создаются условия для наблюдения и регистрации избранных определенных характеристик или событий при routine коммерческом функционировании исследуемых объектов. Специально выделяются специалисты и создаются лаборатории.

При этом режимы и условия эксплуатации объектов не претерпевают никаких изменений и не отличаются от свойственных таким же объектам за пределами организованной системы подконтрольной эксплуатации. Именно так исследуют надежность, приспособленность к условиям эксплуатации и динамику эксплуатационных свойств определенных семейств АТС и их составных частей.

Эксплуатационные наблюдения и измерения на типовых эксплуатируемых объектах автомобильного транспорта могут проводиться в реальных режимах их рабочего функционирования, с использованием наиболее распространенного типового либо вновь разработанного оборудования или лабораторных установок, или в особых тестовых режимах, или на специально отобранных объектах. Объекты исследования могут подвергаться специальным воздействиям, доработке и преобразованию. Это характерно для заключительных этапов исследований, в которых преобразованный или вновь спроектированный объект подвергается проверке его работоспособности и эффективности в типовых эксплуатационных или близких к типовым эксплуатационным, специально созданным тестовым условиям функционирования. Например, эффективность новых методов и технологий диагностирования проверяют на АТС, в узлы которых в строго дозированных пределах предварительно внесены определенные типовые неисправности.

**Статистические исследования** в том или ином объеме присутствуют в большинстве исследований на автомобильном

транспорте. Но в качестве основы экспериментальной части проведенной научной работы статистические исследования более характерны для изучения производственных объектов организационного характера и в особенности - для объектов экономических исследований.

Причины этого и массовость объектов автомобильного транспорта, и сильнейшее влияние внешних условий среды и условий эксплуатации на результаты наблюдений и измерений. Эксплуатационные наблюдения и измерения в таких условиях многократно повторяют по заранее подготовленным планам, а их результаты подвергают статистической обработке для последующей выработки инновационных рекомендаций.

Статистические исследования проводят как в сочетании со сбором и предварительной оценкой собранных данных (в исследованиях технических объектов – в сочетании с измерениями, а в исследованиях организационных объектов – с эксплуатационными наблюдениями или анкетированием), так и базируясь на данных официальной статистики, внутрипроизводственного учета или на результатах предшествующих исследований.

**Измерения** в исследованиях на автотранспорте, как и в других отраслях технических наук, наиболее характерны для изучения технических и технологических объектов. В арсенале методов транспортной науки самое широкое применение находят прямые и косвенные измерения, техническое диагностирование и «диагностические» методы косвенной оценки вычисляемых параметров свойств и состояний технических объектов и процессов, не доступных для какого бы то ни было измерения.

Для выполнения измерений применяются и серийно производимые, метрологически аттестованные и поверенные средства измерений универсального назначения, и бортовые средства технического диагностирования на АТС, и специально создаваемые для проведения конкретного исследования новые измерительные установки, стенды и приборы.

В отличие от большинства технических наук, сравнительно редки для транспортной науки исследования, предпринимаемые с конечной целью создания для автомобильного транспорта новой исследовательской измерительной установки или прибора, предназначенных лишь для исследовательских целей. Гораздо чаще проводятся исследования с целью разработки, обоснования и апробации на автомобильном транспорте новых методов и средств измерений или технического диагностирования, предназначенных для удовлетворения практических потребностей автомобильного транспорта. Это одно из магистральных направлений работ, традиционных в транспортной науке.

Заметно реже в арсенале экспериментальных методов транспортной науки используют *обследование*. Это элемент, прежде всего, экспертных исследований состояния сложных технических, человеко-машинных и производственных технологических и организационных объектов автомобильного транспорта. Как правило, технические объекты обследуются в статике, в неработающем состоянии, а человеко-машинные и производственные технологические и организационные объекты - в режимах рабочего функционирования или в обоих состояниях.

Именно в рабочих режимах, например, производят обследование пассажирских маршрутов городских и пригородных автобусов или технологических процессов ТО и ремонта АТС, а вне рабочего времени водителей организуют предрейсовое медицинское обследование последних, обследование характера и мест повреждения АТС после ДТП и причин разрушения деталей АТС.

Как и в других отраслях науки, в исследованиях человеко-машинных и производственных технологических и организационных объектов автомобильного транспорта используют *анкетирование*. В исследованиях социологического характера и пограничных вопросов эффективности труда работников или организации управления на предприятиях автомобильного транспорта анкетирование служит основным инструментом экспериментального исследования.

Анкетирование не позволяет исследовать свойства технических объектов, это средство получения мнений об объекте. При изучении технических объектов анкетирование применяют в последнюю очередь, как вынужденную меру, при невозможности проведения непосредственных экспериментов с объектом.

Анкетирование включает обоснование состава и числа экспертов, разработку формы анкеты, апробацию анкеты на единичных экспертах, корректировку формы анкеты по результатам апробации, подготовку методики обработки полученных данных, проведение анкетирования, обработку и интерпретацию результатов. Часто саму процедуру письменного заполнения анкет экспертами заменяют или дополняют опросом, который может рассматриваться в качестве упрощенной или дополнительной процедуры анкетирования.

Испытания новой техники, в том числе АТС, относятся к компетенции промышленности. Автомобильный транспорт своими силами проводит только *эксплуатационные испытания* (включая сравнительные эксплуатационные испытания) предлагаемых изготовителями новых АТС и оборудования для их эксплуатации, включая ТО, ремонт и диагностирование. Их цель ограничивается получением оценок степени применимости и эффективности эксплуатации АТС и оборудования в конкретных условиях эксплуатации.

Эксплуатационные испытания обычно охватывают заметную долю ресурса испытываемых объектов до списания (или капитального ремонта, если он предусмотрен), но могут проводиться и в несколько этапов по каждому объекту испытаний, через сравнительно большие интервалы наработки. Обычно для эксплуатационных испытаний предварительно разрабатывают требования, на соответствие которым планируется их проводить. Например, когда администрации мегаполисов перед закупкой автобусов для муниципальных перевозок организуют сравнительные эксплуатационные испытания с целью выбора лучших моделей, разрабатывают для каждого случая свои требования с учетом условий и режимов предстоящей эксплуатации.

Отличие эксплуатационных от прочих видов испытаний заключается в получении именно эксплуатационных оценок объектов в типовых рутинных условиях эксплуатации, совпадающих с условиями будущего применения испытываемых объектов. Эти оценки отражают, как правило, только самые важные свойства экономичности эксплуатации новых объектов (для АТС — это свойства топливной экономичности, надежности, приспособленности к выполнению перевозок и обеспечения сохранности груза или удобства пассажиров, эксплуатационной технологичности), тогда как сертификационные и прочие виды испытаний предназначены для наиболее полной оценки свойств АТС по показателям безопасности или по более широкому перечню эксплуатационных свойств.

**Автоматическая регистрация** применяется во всех экспериментальных исследованиях сравнительно быстро протекающих процессов, многократно повторяющихся процессов и скрытых от наблюдения явлений и процессов.

Например, экспериментальные исследования рабочих процессов двигателей, тормозных систем, подвески, электрооборудования и автомобильных электронных систем автоматического управления выполнимы только с автоматической регистрацией данных. Это в полной мере относится и к экспериментальным исследованиям рабочих процессов электро- и гидроприводов гаражного оборудования, окрасочных и сушильных камер, их электронных компонентов, функционирования современных компьютеризованных средств технического диагностирования и др.

Отличия в реализации автоматической регистрации в экспериментальных исследованиях на автотранспорте от ее применений в других технических науках состоят в эксплуатационном характере объекта и целей исследований, преследующих не столько непосредственное конструктивное совершенствование АТС и оборудования, сколько обеспечение контроля функционирования и состояния объекта, оценку его свойств и ресурса. Причем на автотранспорте исследования с автоматической регистрацией процессов и событий чаще преследуют создание и совершенствование техниче-

ских средств для рядовой эксплуатации, а не только для выполнения каких-то новых измерений в исследовательских целях. В результате создаются новые технические средства и программные продукты для контроля, измерений, диагностирования или аппарата управления и информирования на автотранспорте.

Метод (а чаще — методы) исследования приходится выбирать не только в зависимости от характера исследуемого объекта, но и методологии исследований в интересах автомобильного транспорта. Так, исследования эксплуатационных свойств компонентов АТС на эксплуатируемом автомобильном парке (традиционный объект технической эксплуатации автомобильного транспорта) проводят не только доступными методами измерений и автоматической регистрации данных, но и с обязательным технико-экономическим исследованием динамики затрат на эксплуатацию изучаемого компонента на АТС и экономическим обоснованием целесообразности инвестиций в предлагаемое исследованием совершенствование конструкции или сервисного поддержания работоспособности компонента.

Исследования производственных объектов автомобильного транспорта в организационном отношении или как объектов управления организуют не только сочетанием доступных методов обследования, анкетирования, эксплуатационных наблюдений или статистических исследований, но еще и со сравнительным экономическим анализом состояния, финансовой устойчивости или прибыльности объекта в ряду аналогичных объектов отрасли.

Выбор методов исследования для автомобильного транспорта неявно ограничивается сроками и объемами финансирования, кругом интересов заказчиков НИР и их разобщенностью. Органы исполнительной власти обычно иницируют только НИР по развитию нормативной базы управления и контроля (надзора) за деятельностью автомобильного транспорта. Исследования по совершенствованию технологий автотранспортной деятельности ведутся разобщенно и преимущественно по заказам крупнейших объединений автомобильного транспорта. Отдельные предприятия автомобильного транспорта крайне редко выступают заказчиками научных исследо-

ваний, что привело к снижению спроса на инновации и ограничило круг научных методов разнообразиями экспертных оценок, реально используемых такими предприятиями в своих инновациях.

#### **4.5. Методология диссертационных исследований в интересах автомобильного транспорта**

**Диссертация** (лат. *dissertatio* – рассуждение, исследование) – это научно-квалификационная работа, подготовленная с целью её публичной защиты для получения учёной степени.

Диссертационные исследования представляют собой наиболее устоявшуюся форму научно-квалификационной работы, выполненной в строго соблюдаемой традиции с обязательным многоступенчатым, в т.ч. общественным, контролем, который используется в целях общественного признания способности исследователя вести научную и педагогическую деятельность. По выбору объектов исследования и направленности это инициативные исследования, органы власти лишь поддерживают разветвленную общероссийскую организационную систему оценки диссертационных работ и создают стимулы к их защите. Рассмотрим методологические особенности диссертационных исследований по проблематике автотранспортной отрасли транспортной науки.

Поддержание научного уровня диссертационных исследований служит неотъемлемой составляющей качества отбора и подготовки новых научных кадров. Предназначение диссертаций — служить инструментом максимально объективной универсальной оценки подготовленности кадров к самостоятельной продуктивной научной и научно-педагогической работе.

В зависимости от ранга диссертации отличается и степень самостоятельности этой работы. Но независимо от ранга диссертации защитивший её специалист должен овладеть методологией и навыками исследовательской деятельности, воспринять от предшествующего поколения научных работников культуру и нравственные ориентиры научной работы. Сутью организационной системы вос-

производства научных и научно-педагогических кадров через подготовку диссертаций служит индивидуальное воспитание ученика представителем старшего поколения, передача молодому специалисту научной культуры, систем оценок, методов и навыков исследовательской работы, значимости репутационной ответственности.

Поэтому строгое следование и поддержание традиций является одной из краеугольных основ подготовки диссертаций. Традиции соблюдаются и всячески поддерживаются в отношении методологии диссертационных работ, их структуры, содержания, оформления, представления и публичной защиты. Следование традиции поддерживает сохранение системы защиты диссертаций в качестве стабильного мерила научной квалификации специалиста [12].

Другой столь же понятной и эффективной основой подготовки кадров через диссертации служит последовательно проводимый уже многими поколениями принцип неснижаемости научного уровня защищаемых диссертаций: каждое новое поколение работ должно быть как минимум не слабее предыдущего. Тогда остается надежда, что в науку придут специалисты не хуже старших мастеров. А поскольку каждый руководитель помнит научный уровень своей диссертации и своих сверстников в молодости, не так уж трудна и экспертная оценка научного уровня диссертаций и тенденций его общей динамики.

С целью поддержания высокого научного уровня диссертационных исследований регламентируются их методология, научный уровень и уровень новизны, структура и формы представления диссертационных исследований. Методология диссертационных исследований должна соответствовать парадигме транспортной науки применительно к изучаемому объекту и предмету исследования заказных и поисковых НИР.

Научная идея в диссертационных исследованиях по тематике автомобильного транспорта в идеале должна быть сформулирована применительно к исследуемому техническому объекту и, кроме того, к предлагаемому инновационному совершенствованию этого объекта. При этом вторая идея может быть прямым следствием или про-

должением выдвинутой идеи научного представления или описания объекта, но может быть частным случаем ее применения или использования в других условиях или по новому назначению. Проектные работы инженерного плана отличает наличие лишь идеи совершенствования объекта.

Соответственно и новизна диссертационного исследования в идеале должна присутствовать и в полученном знании о техническом объекте, и в инновационном предложении по совершенствованию этого объекта, сформулированном в диссертации. В первом случае новизной отличаются конкретные положения диссертации, содержащие постановку задач исследования, описание методов исследования, экспериментальной установки, полученные выводы и рекомендации. Их новизну оценивают экспертно специалисты соответствующей узкой области науки. Во втором случае новизной характеризуется идея, предложение и технические решения по реализации инновационного совершенствования объекта исследования. При этом наличие новизны можно подтвердить не только экспертно, но и документально, по наличию у диссертанта патентов и авторству в разработке технических требований или технических заданий на проектирование новых объектов.

Примером «идеального» сочетания обеих составляющих новизны и научной идеи и ее реализации в одной диссертации может служить диссертационное исследование причин многочисленных случаев опрокидывания груженных автоцистерн на виражах. Этим происшествиям не было видимого убедительного объяснения: и превышений скорости движения не фиксировалось, и дорожные условия были нормальными, и неисправности автоцистерн не выявлялись. Диссертанту удалось объяснить динамическую потерю поперечной устойчивости автоцистерн инерционным движением перевозимой жидкости внутри цистерны при движении на виражах и обосновать требования по введению в конструкцию цистерны внутренних экранов, препятствующих инерционным движениям перевозимой жидкости. Справедливости ради отметим, что научным руководителем этого столь успешного диссертанта был незаурядный

специалист по эксплуатации автомобильного транспорта – д-р. техн. наук, проф. М.Д. Безбородько.

В реальности кандидатские диссертации чаще отличаются новизной только в одном из указанных отношений, а магистерские диссертации – в лучшем случае, только в каком-то одном частном элементе из числа указанных.

Для научных исследований характерен вполне определенный уровень их явной новизны, отличающий их от проектной деятельности. Часто диссертанты в разделе «новизна исследования» указывают получение новой модели изучаемого объекта. Однако создание еще одного описания, новой модели — это сегодня не достижение. С позиций науки и в качестве признака новизны существенно другое: какие новые знания об объекте дала примененная исследователем модель, какие конкретно свойства объекта с ее помощью выявлены и исследованы впервые и как эти знания и установленные свойства объекта предлагается по-новому использовать для совершенствования объекта.

Маркером новизны диссертационных исследований служит степень связи новых данных об объекте исследования, полученных диссертантом, и предлагаемым им совершенствованием объекта исследования. Если предлагаемое диссертантом совершенствование объекта исследования выполнимо без использования полученных и описанных в диссертации новых знаний и свойств объекта, значит, результаты выполненного исследования остались нереализованными, а к исследовательской части диссертации присоединена слабо с ней связанная чисто проектная, инженерная разработка.

Диссертационные работы по техническим наукам оценивают по однотипным критериям актуальности избранной темы, новизне диссертационного исследования, научной значимости результатов исследования, обоснованности и достоверности научных результатов, практической ценности выполненного исследования. В оценках по этим критериям используют, в том числе, и «самоидентификацию», содержащуюся в диссертациях и авторефератах диссертаций. Краеугольной основой этой «самоидентификации» служит ука-

знание автором положений, выносимых на защиту. Тем самым диссертант сам очерчивает круг своих результатов и достижений, а стало быть и разделов диссертации, ее выводов и рекомендаций, по которым надлежит оценивать обоснованность, новизну, научную значимость и практическую ценность работы.

В методологическом отношении к диссертациям предъявляют требования и по единству рассмотрения объекта и предмета исследования в теоретической и экспериментальной частях, системности и законченности выполненного исследования. Одним из наиболее распространенных недостатков диссертаций служит несоответствие анализа актуальности и выбора конкретного предмета исследования. Обоснование актуальности дается при этом для более обширного объекта автомобильного транспорта, чем исследованная диссертантом его часть или аспект, именуемый предметом исследования, по которому в реальности даются рекомендации и предложения по совершенствованию.

Еще более грубым и непростительным, но не столь уж редким промахом является теоретическое исследование одного предмета исследования изучаемого объекта, а экспериментальное исследование — другого предмета исследования. Такой промах служит свидетельством методологической неподготовленности к самостоятельной исследовательской работе не только диссертанта, но и его научного руководителя.

В обиходе выполнение диссертационного исследования имеют «написанием диссертации». В гуманитарных науках работа по написанию диссертации действительно занимает львиную долю времени выполнения исследования. В технических науках диссертационные исследования в обязательном порядке включают выполнение эксперимента, а собственно написание диссертации занимает едва ли десятую долю продолжительности работы и обычно не является ее самой трудной стадией. Примерно столько же времени занимает отработка текстовой части диссертации перед ее защитой. В норме успешные диссертанты основную часть времени и своих усилий затрачивают в технических науках на выполнение исследо-

вания, получение новых научных результатов, а не на их описание в диссертации. Именно поэтому в технических науках такую ценность имеет методология исследований.

По структуре и написанию диссертации должны обладать стройностью, последовательностью, ясностью и логичностью изложения и соответствовать лексическим нормам русского языка. Выводы и рекомендации должны быть аргументированы и должным образом обоснованы [12].

В текстах описания исследований в гуманитарных и ряде естественных наук (минералогии, ботанике) приемлемы описательный и повествовательный типы изложения, тогда как в технических науках их практически не используют. Для литературного оформления научных работ в технических науках, в том числе и диссертационных работ, наиболее приемлем объяснительный тип изложения. Он наиболее полно и адекватно передает логику исследования от формирования научных посылок гипотезы, ее строгого математического оформления к построению теоретических доказательств и плана эксперимента, его интерпретации как инструмента опровержения исходной гипотезы и разработке предложений по инновационному совершенствованию исследуемого технического объекта.

Этот тип изложения лучше других передает развитие мысли в процессе получения новых следствий из суммы уже установленных закономерностей, логику постановки эксперимента и интерпретации его результатов. Он позволяет компактно и точно отобразить многозначность причинно-следственных связей в реальных технических объектах, передавать уровень их понимания исследователем. Объяснительный тип изложения наилучшим образом передает системность в подходе к изучению технических объектов, иерархичную логическую последовательность их изучения, характеризуемую доминированием целого над частями [12].

При этом именно для объяснительного типа изложения особую значимость имеет его понятийный аппарат, однозначное безошибочное восприятие содержания применяемых понятий. Как и в других отраслях знания, исследования в технических науках должны

нести в себе законченную систему понятий, необходимых и достаточных для восприятия научных текстов, их выводов и иллюстративных материалов. Для новых установленных исследователем свойств и закономерностей в описаниях технических объектов нужны новые понятия и их определения. Уже по отсутствию новых понятий и терминов в описании исследования можно с высокой вероятностью делать неутешительный вывод о невысокой новизне выполненной работы.

Часто в научных работах даже по уже сравнительно изученным научным направлениям приходится предварительно фиксировать хотя бы минимальный объем используемых основных понятий, терминов и их определений конкретно для выполненного исследования. Эта необходимость связана с развитием понятийного аппарата технических наук, динамикой нашего знания о технических объектах и совершенствованием самих этих объектов. Но в не меньшей степени она зависит от степени разработанности и консолидации терминологической сферы в транспортной науке, уровне дублирования, неточностей, разночтений в терминологии, пересечением терминологических систем, заимствованных из разных областей применения, продвижением терминов и определений крупнейшими научными школами. Введение индивидуальной «в целях данного исследования» системы понятий и терминов, при всей кажущейся излишней трудоемкости разработки такой системы, избавляет автора от недопонимания и ошибочного восприятия содержания работы оппонентами и коллегами. Часто выигрыш от этого стоит любых трудозатрат по проработке понятийного аппарата для конкретной научной работы, диссертации или научного отчета.

В транспортной науке, как и в других технических науках, требуется не просто обязательность явной, подтверждаемой экспертами практической полезности каждой диссертационной работы. В кандидатских и докторских диссертациях необходим еще и хотя бы минимальный уровень апробации полученных диссертантом результатов, например, выдвигаемого инновационного проектного предложения. Для защиты кандидатской диссертации достаточно

бывает даже подготовленного начального этапа переноса на автотранспорт полученных новых результатов или приемки их к использованию автопредприятием либо конструкторским бюро. В магистерских работах это не обязательно, но приветствуется.

Требования к содержанию диссертационных работ устанавливает «Положение ВАК Российской Федерации о порядке присуждения ученых степеней». К структуре и оформлению магистерских диссертаций, в том числе по техническим наукам, нормативные требования пока не установлены и на практике применяют те же требования, что и к кандидатским диссертациям. При этом требования к содержанию и уровню магистерских диссертаций несколько смягчены (допускается несамостоятельная подготовка теоретической главы магистерской диссертации и отсутствие публикаций у диссертанта по теме диссертации), а требования к структуре диссертации примерно те же, что и для кандидатских диссертаций.

В течение многих десятилетий в самых разных отраслях науки отработана ставшая уже классической общая структура кандидатских диссертационных работ. Диссертанту остается лишь придерживаться традиции и по своему усмотрению делить главы по параграфам и самостоятельно распределять материал диссертации по главам и параграфам. В технических науках традиционной стала следующая структура кандидатских диссертационных работ.

**Классическая структура кандидатской диссертационной работы в технических науках:**

1. Титульный лист.
2. Оглавление.
3. Основные обозначения и сокращения (если необходимо).
4. Введение.
5. 1-я глава. Актуальность (обзор, анализ состояния, исследуемая проблема).
6. 2-я глава. Теоретические исследования.
7. 3-я глава. Экспериментальные исследования.

8. 4-я глава. Экономическое обоснование и разработка путей реализации или рекомендаций по реализации результатов исследований.

9. Выводы и рекомендации.

10. Список использованных источников.

11. Приложения (если необходимо).

Регламентируется также структура содержательной идентификации диссертаций, обязательная для приведения в кандидатских и докторских диссертациях и авторефератах. За более, чем полстолетия, она стала уже классической и в компактной, удобной для восприятия форме дает общее представление о направленности, научной и практической ценности и реализации результатов работы. Этот ценный раздел также готовится самим диссертантом, так что не будет преувеличением именовать его содержательной самоидентификацией выполняемой диссертационной работы.

**Классическая структура содержательной идентификации диссертационного исследования:**

1. Актуальность исследования, исследуемая проблема, противоречия в исследуемой сфере.

2. Объект исследования.

3. Предмет исследования.

4. Цель исследования.

5. Гипотеза исследования.

6. Методологическая основа исследования.

7. Научная новизна.

8. Положения, выносимые на защиту.

9. Практическая ценность.

10. Реализация результатов.

11. Научные публикации и выступления по теме диссертации.

Доказательность результатов научных исследований обеспечивается, в том числе, и консервативной жесткостью требований к их информационной базе. Полнота информационной базы исследования служит одним из важнейших необходимых условий доказательности и достоверности получаемых результатов.

Процесс проведения диссертационного исследования может не совпадать с последовательностью глав и разделов в диссертации. Структура диссертации по многолетней традиции строится по устоявшейся жестко соблюдаемой схеме. В технических науках и, в частности, в транспортной науке, для оформления магистерских и кандидатских диссертаций принята структура из 4-х глав, причем последняя содержит предложения по совершенствованию объекта (или предмета) исследования и (или) социально-экономическую оценку предлагаемого совершенствования. Обязательным является наличие введения, построенного по определенной устоявшейся схеме, выводов и рекомендаций, списка литературных источников. Как правило, диссертация оформляется в виде одного тома.

Во *введении* к диссертации дается сжатое обоснование актуальности выбранной темы применительно к исследуемой части или аспекту автомобильного транспорта и решаемой научной задаче или проблеме. Введение отражает методологию диссертационной работы и то, как ее понимает автор. В нем указывают цель и задачи исследования, формулируют объект и предмет исследования, излагают суть решаемой научной задачи или метода исследования, в тезисном обобщенном виде дают характеристику содержания работы, существо полученных результатов, благодарности научным руководителям, консультантам, коллегам за помощь в работе. Введение дается в аннотационном изложении и представляет собой самостоятельную краткую аннотацию, отражающую степень разработанности проблемы, изложение того нового, что вносит автор в предмет исследования, и основных(ого) положений(я), которые(ое) автор выносит на защиту. Здесь приводятся не результаты исследования, а предлагаемые новые идеи и взгляды, способы их реализации. Введение читают первым, и по нему формируется первое общее представление о работе, поэтому оно должно быть максимально лаконичным и информативным.

*Первая глава* диссертаций по традиции содержит обстоятельный обзор (анализ) по конкретному предмету исследования, подготовленный по известным данным, почерпнутым из указанных в

гл. 3 источников. Обзор призван дать представление о решаемой технической или технологической проблеме, актуальности исследования конкретного предмета, гипотезе исследования, известных, научных методах решения сходных научных задач. В обзоре явно или в неявном виде полезно придерживаться дерева целей проводимого исследования, построенного диссертантом. Построение дерева целей проводимого исследования служит основой и для планирования диссертационной работы, и для структурирования обзора.

В первой главе уместен краткий критический анализ работ одного-двух непосредственных предшественников выполняемого исследования, фиксирующий неразрешенные вопросы и место исследования в решении общей проблемы. Обзор заканчивается обобщением и структурированным представлением известных данных о предмете исследования, обусловивших постановку задач диссертационного исследования. Получение таких обобщения и структурирования служит одной из первоочередных целей предпринимаемого диссертационного исследования. Пополнение и оптимизация данных о предмете исследований выступают в качестве последующих целей диссертационной работы.

*Вторую главу* традиционно посвящают теоретическому обоснованию научной гипотезы и предлагаемых решений поставленных в исследовании задач. Функция второй главы большинства диссертаций - дать переход (в магистерских диссертациях — заимствованный) от общих теоретических построений к их модификации для конкретных частных условий решения задач исследования.

В кандидатских диссертациях редко предлагаются новые теоретические принципы решения задач. Чаще с использованием известного математического аппарата и общенаучных принципов обосновывается решение поставленной задачи, общей для определенного класса или множества однотипных объектов.

В магистерских диссертациях функцией второй главы является системное математическое формулирование гипотезы исследования или теоретическое обоснование постановки эксперимента.

*Третья глава*, как правило, содержит методики экспериментальных исследований, описание планирования и подготовки эксперимента. В ней дают описание технических средств эксперимента (новых алгоритмов и использованных программных средств, устройств и методики подтверждения их работоспособности и метрологических свойств), новых методов или технологий экспериментального исследования, порядка и условий его проведения. В ней же, а часто еще и в приложениях, помещают результаты эксперимента, их обработки, включая оценки точности, анализ сходимости опытных и теоретических результатов.

Функция третьей главы — конкретизировать и подтвердить выдвинутую гипотезу экспериментального исследования или обобщенное теоретическое решение, найденное для широкого класса задач, применительно к поставленной частной задаче, для определенного сочетания условий и режимов функционирования объекта исследования.

*Четвертая глава* содержит интерпретацию и оценку полученных результатов теоретического и экспериментального исследований и разработанное по этим результатам предложение по совершенствованию изучаемого объекта. Это предложение часто служит средством достижения основной цели исследования, инструментом разрешения исходной проблемы, изначально определившей актуальность изучения объекта. Здесь приводят рекомендации для практики по доводке и применению полученных научных результатов и разработанного инновационного предложения. Здесь же помещается обсуждение, количественная и качественная интерпретация и оценка результатов исследования. Их приводят в максимально наглядной графической и табличной формах в сопоставлении с известными хорошо проверенными фактами и техническими решениями. Уместны также указания на пути дальнейшего развития методов и идей, использования результатов в смежных областях.

В разделе *Выводы и рекомендации* формулируются основные выводы по результатам исследования. Выводы должны строго отражать полученные новые результаты и не должны быть триви-

альными, очевидными и без учета материалов проведенного исследования. Формулировки всех выводов должны носить реферативный характер и быть информационно насыщенными. Представление выводов в аннотационном изложении не допускается. Их число не должно быть чрезмерным: для кандидатской диссертации — не более 8, для магистерских — 6. Часть выводов обязательно должна носить количественный характер. В выводах приводятся сведения о защите разработанных технических решений патентами. Указываются предприятия, где внедрены результаты диссертационной работы и где еще они могут быть использованы.

В приложении размещают материалы вспомогательного характера, на которые автор не претендует, как на свой личный вклад в науку. Это — таблицы, графики, диаграммы, программы и результаты компьютерного решения задач, выводы формул и т.п. В приложении не размещают текстовые материалы, вынесенные с целью сокращения объема диссертации. Количество и объем приложений в диссертациях действующими требованиями не регламентируется.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Охарактеризуйте эксплуатационную специфику исследований для автомобильного транспорта.

2. В чем заключается специфика методологии исследований на автомобильном транспорте?

3. Как в общем виде и на примерах соотносится актуальность выбираемой темы и объекта исследования с востребованностью на автомобильном транспорте получаемых результатов?

4. Основные задачи научного обслуживания автомобильного транспорта?

5. Какие применяются способы регулирования состояния, функционирования и развития автомобильного транспорта?

6. Какие аспекты деятельности автомобильного транспорта регулируются посредством норм и какими именно нормами?

7. Охарактеризуйте современную нормативную базу автомобильного транспорта.

8. В чем состоит объектная направленность исследований на автомобильном транспорте?

9. Укажите физические отличия объектов транспортной науки от объектов прочих технических наук.

10. Укажите отличительные особенности автотранспортных объектов исследований для методологии транспортной науки.

11. Какими теоретическими построениями моделируются объекты исследований на автомобильном транспорте?

12. Какими средствами обеспечивается достоверность результатов и обоснованность гипотезы исследования?

## **5. ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ РОССИЙСКОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

### **5.1. Организация научных исследований в автодорожном комплексе**

Организация проведения научных исследований в разных науках и странах имеет отличия в зависимости от традиций и истории страны, степени ее развития, уровня образования, особенностей конкретной отрасли науки. В технических науках, в том числе транспортной науке, организация проведения научных исследований в России имеет много общего и ее можно рассматривать на примере исследований для автомобильного транспорта.

По форме и организации проведения исследования в технических науках могут классифицироваться вне зависимости от специфики изучаемого объекта:

#### ***Формы исследований для автомобильного транспорта:***

1. Заказные прикладные исследования.
  - 1.1. Подготовка обобщений для органов власти (анализов, докладов, прогнозов, стратегий, концепций).
  - 1.2. Разработка федеральных, региональных и отраслевых (фирменных) целевых программ (развития, модернизации и др.).
  - 1.3. Изучение зависимостей.
  - 1.4. Разработка методик и методов.
  - 1.5. Разработка юридических, экономических и технических норм.
  - 1.6. Разработка технологий, технологических процессов и технических средств.
2. Поисковые исследования.
3. Диссертационные исследования.
4. Исследования в составе проектных работ.
5. Исследования, выполняемые по грантам.

6. НИР в составе международных исследовательских проектов.

#### 7. Экспертные исследования.

Эти исследования проводят специалисты отраслевой науки и сферы образования. В приведенной классификации на долю заказных прикладных исследований приходится более 90% работ. Ничтожную долю составляют поисковые исследования, а этап НИР предусматривается только в наиболее крупных проектах.

*Поисковые исследования* в технических науках могут быть заказными, или инициативными, предпринимаемыми исследовательскими организациями или группами по своему усмотрению и за счет собственных средств. В первом случае организации проведения поисковых исследований присущи все проблемы заказных НИР, проблемы в системе распределения и соответственно в получении грантов на исследования, а во втором поисковые исследования свободны от них.

Поисковые исследования отличает отсутствие «привязки» к решению конкретной практической задачи или проблемы конкретного автотранспортного объединения. Цели поисковых исследований ставят сами исследователи. При получении новых перспективных результатов в тех же направлениях выбирают и темы диссертационных работ. В современной транспортной науке поисковые исследования для автомобильного транспорта практически не финансируются и потому выполняются крайне редко. Это объясняется неопределенностью в получении конкретных проектных инновационных предложений и в уровне практической значимости результатов до завершения исследования.

*Диссертационные исследования* дают заметный вклад в развитие транспортной науки, в том числе и для автомобильного транспорта. Объясняется это не только сохраняющимся стимулированием защиты диссертаций и понятным стремлением диссертантов закрепить за собой полученные новые результаты, но и наибольшей среди других видов научных работ степенью свободы и обоснованностью выбора темы диссертационного исследования.

При дефиците финансирования заказных и поисковых исследований, выполняемых для автомобильного транспорта, эти казались бы «основные» и наиболее распространенные виды исследований проигрывают в результативности по сравнению с диссертационными исследованиями.

Диссертационные исследования — это, в первую очередь, инструмент воспитания и обучения молодых, наставничество и индивидуальная (от научного руководителя к молодому человеку) передача опыта, навыков и творческой парадигмы исследователя. А наилучшие условия для передачи исследовательских опыта и навыков дает участие молодого человека в совместном с научным руководителем исследовании. А в технических науках (и в транспортной науке в том числе) без эксперимента диссертационные исследования не проводят, поэтому для исследований нужна действующая лаборатория с определенной тематикой.

Но вот тут-то в организации диссертационных исследований существуют определенные проблемы. Большая их часть (а магистерские диссертационные исследования на автотранспорте — практически все) выполняется в технических университетах. К руководству аспирантами, соискателями и магистрантами обычно допускаются наиболее опытные и титулованные преподаватели старшего возраста. Казалось бы, это вполне разумно.

Но в современных реалиях большая часть преподавателей высшей школы собственных исследований уже не ведет, публикуется мало и преимущественно не по новейшей актуальной тематике. Патенты в течение года получает 1 из 70...100 преподавателей, да и то лишь в лучших технических университетах. Считанные единицы преподавателей имеют собственные лаборатории с востребованной тематикой. При этом преподаватели пенсионного возраста чаще оказываются за пределами активной научной работы.

Поэтому в нынешних условиях для более перспективной карьеры молодому исследователю лучше попасть к активно работающему в науке молодому амбициозному и по возможности — к наиболее одаренному руководителю, постоянно занятому в лаборатории.

С таким руководителем не будет ни легче, ни приятнее работать, но это кратчайший путь освоить методы и методологию научной работы. Выбрав более маститого и умудренного руководителя, уже отошедшего от проведения личных исследований, аспирант или магистрант оказывается в положении соискателя, которому указали направление исследований, четко сформулировали актуальную тему диссертационной работы, помогают мудрыми советами, но в практическом проведении исследования он предоставлен себе и лишен повседневных контактов с коллегами и конкурентами. Этот не всегда легкий выбор, который к тому же часто зависит от коллектива кафедры и общего климата в техническом университете. В нормативных документах подобные тонкости вообще не отражены.

*Исследования для автомобильного транспорта в составе крупных автотранспортных проектов* жестко «привязаны» к задачам проекта и по своему содержанию служат прикладным изыскательским элементом проектных или опытно-конструкторских работ. Почти все они носят заказной характер, не самостоятельны в выборе объекта и предмета исследования. Эти исследования чаще всего выполняются известными методами, с большой долей экспертных обоснований и в методологическом отношении, как правило, не новизны.

*Для автомобильного транспорта исследования по грантам* выполняются не часто, преимущественно в сфере образования на средства фондов или бюджета. Эти исследования могут носить прикладной или поисковый характер, но чаще всего их доверяют исследователям, уже получившим перед тем весомые научные результаты. По масштабам изучаемого объекта работы по грантам чаще носят локальный характер, но для автотранспорта доля исследований по грантам остается ничтожной.

*Исследования по автотранспортной тематике в составе международных исследовательских проектов* направлены чаще всего на сбор, обобщение и предоставление зарубежным партнерам национальных данных по состоянию российского автотранспорта.

Это единичные работы, не отличающиеся новизной в методах и не оставляющие заметного следа в российской транспортной науке. Они используются нашими специалистами в качестве «естественно-го» инструмента поддержания контактов с зарубежным научным сообществом и международными организациями.

Специфические по своим задачам и организационным формам *экспертные исследования* могут рассматриваться как особая форма заказных НИР, наиболее жестко регламентируемых в отношении порядка проведения и содержания. Они остаются стабильно востребованными на автомобильном транспорте независимо от изменений отношения к прикладной науке и заказным НИР. К экспертным исследованиям относится автотехническая судебная экспертиза и экспертиза остаточной стоимости и восстановительного ремонта транспортных средств. Их «точечные» результаты не вносят изменений в функционирование и эффективность автомобильного транспорта, но доступностью и качеством экспертиз формируют общую атмосферу правовой защищенности автомобилистов и субъектов автотранспортной деятельности, служат элементом защиты имущественных прав собственников.

Автомобильный транспорт как объект научных исследований приватизирован и децентрализован. Как единый заказчик НИР автомобильный транспорт не представлен ни одним органом власти, финансирование транспортной науки децентрализовано и для каждой НИР поступает почти всегда только от одного заинтересованного локального заказчика. Он получает в собственность результаты НИР и не заинтересован в их безвозмездном распространении.

Лишь НИР, выполняемые по заказам федеральных и региональных органов исполнительной власти (Федеральное дорожное агентство Минтранса России, Минтранс России, Минпромторг России и др.), дирекций государственных и федеральных целевых программ в ряде случаев дают импульс к широкому внедрению новаций. В идеале такие НИР и могли бы совершенствовать технологии деятельности автомобильного транспорта. Внедрение часто требует определенной доработки, усилий и организации дополнительного

финансирования. К сожалению, в реальности эти усилия требуются от конкретного чиновника, который объективно лишен стимулов для подобной работы и не всегда по своим профессиональным качествам готов к ее выполнению.

Но еще существеннее то, что органы власти в роли заказчика НИР сами определяют их тематику, исходя из ведомственных интересов облегчения и повышения эффективности труда аппарата этого органа, а вовсе не интересов совершенствования технологий предприятий автомобильного транспорта и их работников, чью деятельность регулирует орган власти. Даже если НИР, финансируемые органами власти, полезны и нужны, а выделенные на них средства израсходованы только на них, полученные результаты не дадут новых технологий труда миллионам автотранспортников. В реальности бюджетные НИР чаще представляют собой проектные разработки с большой долей экспертных решений. Эти проекты выполняются квалифицированно, но чаще всего не приносят нового знания и, строго говоря, не относятся к научной деятельности.

Результаты исследований, выполненных по заказам объединений автомобильного транспорта, управлений транспорта крупнейших ресурсодобывающих и промышленных объединений, используются только в пределах этих объединений. Лишь с большим запаздыванием через публикации и диссертационные исследования в инновационную сферу автомобильного транспорта попадает информация о результатах подобных НИР. Зато исследования по заказам объединений автомобильного и промышленного транспорта не страдают от невостребованности получаемых научных результатов или нерациональности выбора объектов исследований.

Потребителями научной продукции и исследований для автомобильного транспорта служат органы исполнительной власти, проектные силы самого автомобильного транспорта, дорожного комплекса, изготовителей транспортных средств, ТСМ и другой продукции, потребляемой автомобильным транспортом.

Результаты заказных НИР часто не публикуются и не становятся всеобщим достоянием. Тематика и глубина заказных НИР, как

правило, сужены до интересов единичного заказчика. Это едва ли не основная проблема современного состояния развития транспортной науки: для нее отсутствуют генеральные заказчики, которые могли бы представлять интересы разрозненных потребителей научной продукции и соответственно могли финансировать проведение исследований от имени отрасли и использовать полученные результаты. Раздробленность и разобщенность заказчиков неизбежно приводит к «мелкотемью», снижению уровня и результативности исследований, к невостребованности их результатов. Так образовался порочный круг, известный по общественным обсуждениям и выступлениям СМИ, но все еще не получающий разрешения.

Кадровые и материальные ресурсы учреждений транспортной науки многократно уступают ресурсам передовых отраслей технических наук. В свою очередь, ресурсы научных учреждений, обслуживающих потребности автомобильного транспорта, значительно уступают ресурсам институтов других видов транспорта.

Другая проблема современной транспортной науки связана с возможностями и условиями применения научных результатов. Чем быстрее и шире обеспечивается это применение — тем выше заинтересованность практики в научных исследованиях и создаваемых в них новациях. Указанная обратная связь от практики к транспортной науке предопределяет темпы инновационных преобразований транспорта и его заинтересованность в деятельности науки.

Однако вследствие распыленности автомобильного парка по автотранспортным предприятиям, их структурной разобщенности, невысокой информированности технического менеджмента этих предприятий условия внедрения НИР на автомобильном транспорте значительно хуже, чем в наиболее высокотехнологичных отраслях промышленности, например, в авиации.

Серьезной проблемой инновационного развития автотранспорта стала самоликвидация существовавшей ранее системы проектно-технологических и конструкторских бюро, обслуживавших предприятия. На каждого исследователя в технических науках приходится не менее 8-10 инженеров-внедренцев и проектировщиков.

На автотранспорте эта пропорция нарушена и уже в 2010 г. оказалась близка к 1:1, а от расхождения коммерческих интересов пострадали связи проектной и исследовательской сфер.

Одновременно на автомобильном транспорте многократно сократилась численность научно-исследовательских институтов и лабораторий, а в остающихся более, чем на порядок, сократилась численность специалистов. Из специалистов высшей квалификации с учеными степенями в системе высшего образования менее трети занимаются исследованиями. Причем и они выступают преимущественно в роли экспертов и вместо соответствующей их квалификации исследовательской деятельности занимаются проектными работами и внедрением созданных в прошедшие десятилетия и уже отнюдь не передовых «новаций» пятнадцати-двадцатилетнего возраста. Чаще всего они получают заказы на проектную «привязку» своих или уже апробированных новаций (часто зарубежной разработки) к индивидуальным условиям заказчика, на маркетинговые обоснования выбора или адаптации продукта на рынке.

В условиях децентрализации заказчиков НИР особую значимость имеет бюджетное финансирование по планам НИОКР федеральных органов исполнительной власти и федеральным целевым программам. Это фактически единственная реальная возможность организации поисковых и масштабных многоплановых исследований по тематике автомобильного транспорта. Однако на деле значительную их часть составляют разработки экспертными методами проектов нормативных документов для органов власти.

Финансирование исследований по планам НИОКР федеральных органов исполнительной власти и федеральных целевых программ не безгранично и не в силах охватить тематику автомобильного транспорта. Доступ к этому финансированию имеют лишь единичные научные организации. Например, несмотря на концентрацию квалифицированных кадров, большинство автотранспортных кафедр технических университетов не участвует в заказных исследованиях федерального уровня.

Следствием социально-экономических процессов в период построения рынка служит не просто сохранение, но углубление и усиление бюрократизации науки. Она характерна для планирования и управления бюджетными НИР. Темы таких исследований, объемы их финансирования и оценку результатов определяют чиновники, исследователям доверяют лишь давать для них свои предложения. Интересы и запросы ведомства-заказчика НИР могут не совпадать с инновационными потребностями субъектов хозяйственной деятельности на автомобильном транспорте. Потребности в НИР у них существенно различны, а органы власти, осуществляющие финансирование исследований, не уполномочены представлять интересы субъектов автотранспортной деятельности в проведении НИР или инновационной деятельности в целом.

Другая проблема современной организации транспортной науки на автомобильном транспорте является общей для российской организации заказных прикладных исследований. Вразрез с современной мировой практикой пока сохраняется порядок финансирования научных организаций (институтских вывесок), а не исследовательских групп и отдельных исследователей. В тендерах на выполнение НИР преимущество получают не авторитетные исследователи, а самые крупные исследовательские организации с более обширными списками докторов и кандидатов наук. Дирекции этих институтов распоряжаются полученным финансированием, привлечением специалистов и соисполнителей. Они зачастую расходуют на себя львиную долю средств, исключая для этого проведение экспериментов и апробаций, проработку нескольких вариантов решения технических задач, привлекая вместо этого за бесценок сторонних исполнителей и «обеспечивая» договорное рецензирование. Результаты таких работ чаще всего не отличаются новизной и не способствуют прогрессу российского автомобильного транспорта. Недостатки в организации НИР генерируют благоприятную среду для коррупции в среде руководителей научных организаций и чиновников, вовлеченных в планирование НИР, организацию тендеров и приемку результатов работ.

Из-за внутренних проблем и недостаточного финансирования транспортная наука сократила предоставление транспорту новых технологий, а без них эксплуатирующим и обслуживающим автотранспорт предприятиям ее услуги мало нужны. Автотранспортные объединения и тем более предприятия автомобильного транспорта скуповыделяют средства на исследования и лишь участие транспортной науки в подготовке нормативных документов федерального и регионального уровней утверждения поддерживает к ней интерес автомобилистов.

Крайне остро стоит проблема привлечения и профессионального роста молодых исследователей в транспортной науке. Именно современные молодые люди способны вывести транспортную науку на уровень соответствия сложности проблем обслуживаемого ею автотранспорта.

## **5.2. Оформление, публичное представление и открытый обмен результатами исследований**

В соответствии с многовековой традицией вне зависимости от конкретной отрасли науки и характера исследований после их выполнения оформляются результаты работы с изложением метода их получения. В письменной форме оформляют научные и научно-технические отчеты, диссертации, рефераты и авторефераты, научные статьи и научно-технические сборники статей, монографии, тезисы докладов. Кроме того, используют Интернет и устные организационные формы научного общения посредством научных докладов и выступлений при защитах диссертаций, на научных семинарах и конференциях, симпозиумах, научных конгрессах и съездах.

Традиция свободного обмена результатами научных работ обеспечивает открытое для всех заинтересованных информирование о полученном новом знании. Она дает гарантию выявления ошибок и обеспечивает развитие науки, создавая возможности репроверки и подтверждения результатов исследований.

По результатам заказных НИР принято готовить для заказчика научный отчет, а результаты научно-квалификационных исследований излагают в диссертациях или, в особых случаях, в виде научных докладов. Результаты личных исследований отражают в научных публикациях, на компьютерных сайтах, в журналах, монографиях. Эти формы открытого научного обмена используют совместно или взамен конфиденциального обмена информацией с избранными коллегами или конкурентами по тематике исследований.

Научные, а в транспортной науке — научно-технические отчеты, готовят на бумажных и электронных носителях. По требованию заказчика оформляют еще и выходной материал с рекомендациями для практиков по совершенствованию исследуемого объекта. Выходной материал представляет собой прогноз, программу работ, проект технологии, установки или нормативного документа и призван облегчить применение результатов НИР. Комплект оформленной НИР, выходного документа и сопроводительных приемосдаточных финансовых документов для заказных НИР оформляют в соответствии с установленными требованиями. Правила оформления результатов научных работ устанавливает ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о НИР. Структура и правила оформления».

Кроме того, по традиции производится публичное представление заказных научных работ на совещаниях или заседаниях научно-технических советов заказчика с предварительным рецензированием НИР, при участии исполнителей и приглашенных оппонентов из числа квалифицированных специалистов по профилю НИР. Публичное представление результатов НИР проводится в форме защиты или презентации с оппонированием признанных специалистов в соответствующем направлении. Оно предусматривает доклад исполнителей НИР, а при наличии соисполнителей и для многоэтапных НИР — содоклады, сопровождаемые приведением графического материала через компьютерный проектор и раздаточные материалы или плакаты, а также ответы на вопросы и оценку оппонентов. В зависимости от объема и содержания замечаний назначают доработку НИР в оговариваемые сроки с повторной защитой или без нее, но с

представлением доработанных НИР и(или) выходного материала. Отчеты о НИР подлежат регистрации во ВНИИЦентре.

Еще жестче отслеживается соблюдение требований к оформлению и публичному представлению диссертационных работ. Это наиболее устоявшееся по содержанию и форме научное исследование. Требования к оформлению диссертационных работ устанавливает ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам». При этом оформление библиотечного списка в диссертационных работах устанавливает ГОСТ 7.1-2003 «Библиотечный список. Структура и правила оформления».

По диссертационным работам представляют не только диссертацию, но и автореферат (исключая магистерские диссертации), доклад, иллюстрационные презентационные материалы к докладу в виде плакатов или(и) слайдов для компьютерного проектора в комплекте с раздаточными материалами, а также сопроводительные документы согласно упомянутым требованиям ВАК России (исключая магистерские диссертации).

Основные результаты диссертационных работ должны публиковаться (это требование к магистерским диссертациям не предъявляют, но наличие публикации повышает к ним доверие). Причем для подобных публикаций ВАК России установил определенный перечень рекомендуемых научных журналов и изданий, в которых рукописи рецензируются перед опубликованием.

Принято считать, что оформление - заключительный этап диссертационного исследования. На деле это не совсем так. Подбор рациональной формы научного произведения идет с начала работы и составления плана, а затем сопровождает каждую его стадию. Форма неразрывно связана с содержанием, и по мере получения результатов выявляются контуры будущего научного произведения, намечается его структура, характер и объем иллюстрационных материалов, складывается круг основных литературных источников, а затем — и приложений. Совершенствование формы диссертации по трудозатратам порой сопоставимо с отработкой ее содержания. Оформление так или иначе сопровождает работу над со-

держанием диссертации и в технических науках не может быть полностью перенесено на заключительный этап работы.

Согласно Положению о порядке присуждения ученых степеней и присвоения ученых званий, оформление диссертаций должно подчиняться тем же требованиям, которые предъявляются к работам, направляемым в печать. Рекомендуемый объем магистерских диссертаций по тематике автомобильного транспорта составляет от 60 до 85 страниц, а для кандидатской диссертации — от 100 до 150 и даже до 200 страниц, считая приложения.

Большинство соискателей оформляют свои научные произведения на персональных компьютерах в текстовом редакторе Microsoft Word. Основные требования ГОСТ 2.105-95 к оформлению диссертационных работ, выполненных с использованием этого текстового редактора, заключаются в следующем.

Диссертация должна быть распечатана шрифтом - Times New Roman, 14 кеглем, через 1,5 интервала между строками на одной стороне белой бумаги формата А4 (210х297), в книжной ориентации с полями страницы: верхнее - 2,8; нижнее - 2,4; левое - 3; правое - 1,5. Выравнивание по ширине страницы, абзацный отступ 1,27 (5 знаков).

Для математических формул могут использоваться редакторы Math Type, Microsoft Equation, а для сложных математических выкладок рекомендуется редактор Tex.

Колонтитулы должны быть: верхний - 2; нижний - 1,25, нумерация страниц - по центру, вверху страницы. Страницы в диссертации нумеруются с титульного листа (на котором номер не указывают), до последней страницы приложения, без пропусков и литерных добавлений. В оглавлении должны быть указаны заголовки и номера страниц, на которых они расположены. Все таблицы в диссертации должны быть пронумерованы и снабжены тематическими заголовками. Как правило, применяется двойная нумерация: первое число номера таблицы соответствует номеру главы, второе — через точку — порядковому номеру таблицы в главе (например, Таблица 2.5 — 5-я таблица в гл. 2). На каждую таблицу в тексте обязательно делает-

ся ссылка. Иллюстрации, прилагаемые к рукописи, должны быть пронумерованы поглавно (аналогично таблицам и формулам). На каждый рисунок должна быть ссылка в тексте и соответствующая подрисуночная подпись.

На графиках обязательно необходимо обозначать оси, а при указании на них числовых результатов – еще и их размерность.

В таблицах сокращения слов не допускаются. В заголовках таблиц и боковике текст печатают горизонтально. При отсутствии данных в графах таблицы ставят прочерк (тире). Допускаются выделения в тексте полужирным шрифтом, разрядкой или курсивом. По всей диссертации должно быть соблюдено единство терминологии. Необходимо использовать только единицы измерения, предусмотренные Международной системой единиц (СИ), или применяемые наравне с ними, а также кратные и дольные единицы. При указании диапазонов значений размерность приводят один раз (например: 35...40 мм или от 50 до 55 мм).

Математические знаки и символы допускается применять только в формулах, в тексте их надлежит передавать словами. Основные формулы, на которые в тексте делаются ссылки, следует нумеровать. Как правило, применяется двойная нумерация (аналогично нумерации таблиц). Порядковые номера помещают в круглых скобках напротив формулы у правого края полосы.

При расстановке знаков пунктуации формулы в тексте рассматриваются как члены предложения, а после формул ставится тот знак препинания, который необходим при построении фразы: если формулой заканчивается фраза – точка, если заканчивается главное предложение – запятая. Эти знаки препинания следует помещать непосредственно за формулами до их номера. Между следующими друг за другом формулами ставят точку с запятой.

Знак умножения ( $\times$ ) применяется при указании габаритов, при переносе формулы с одной строки на другую с разрывом на знаке умножения и для векторного произведения. В экспликацию — расшифровку приведенных в формуле буквенных обозначений величин – следует включать все обозначения, помещенные как в левой, так

и в правой частях формулы, если они не были приведены прежде. Последовательность расшифровки буквенных обозначений величин должна соответствовать последовательности их расположения в формуле. Буквенные обозначения в составе дроби поясняют начиная с числителя, а затем — знаменателя.

В буквенных обозначениях величин, обозначенных одной и той же буквой, применяется индексация. Число знаков в индексе буквенного обозначения величины должно быть минимальным. Более предпочтительны индексы из одной буквы либо цифры (римской или арабской), одного условного знака. Если в индексе использовано сокращение русского слова, его воспроизводят без точки на конце, между сокращениями двух русских слов ставится точка.

Аналогичные требования предъявляются и к оформлению сдаваемых в издательства рукописей печатных научных работ и отчетов НИР.

### **5.3. Социальные аспекты транспортной науки**

В ряду многочисленных технических наук едва ли не наиболее выраженной социальной направленностью отличается автотранспортная ветвь транспортной науки. Выделяют два аспекта этой направленности: внешняя, связанная с ориентацией и практической значимостью исследований на автотранспорте, и внутринаучная, определяющая воздействие участия в научном процессе на вовлеченных в него людей.

Внешний аспект социальной направленности обусловлен выраженностью социальной ориентации транспортной науки, во многом связанной с природой транспорта как сферы человеческой деятельности. Транспорт относится к наиболее трудоемким (а по сути — «человекоемким») отраслям деятельности. На коммерческих перевозках на каждое АТС приходится более двух работающих. Исключая трубопроводный транспорт, все виды транспортных средств остаются неавтоматизированными, а АТС еще по меньшей мере два-три десятилетия не будут автоматизированы. В экономике на этот

период доля занятых на транспорте, в том числе в автодорожном комплексе и на автотранспорте, не будет поэтому снижаться.

Инновационное совершенствование технических объектов и появление новых технологий на транспорте затрагивает содержание и условия труда миллионов транспортников и еще больше затрагивает интересы пассажиров и водителей личных автомобилей. Главным же источником инноваций и инновационных технологий служит транспортная наука. Какого бы конкретного предмета и объекта ни касались ее результаты, обосновываемые инновационные предложения практически всегда имеют социальную составляющую, а часто — прямо ориентированы на улучшение условий и содержания труда транспортников или условий выполнения пассажирских перевозок. При этом эффект от инноваций, предлагаемых транспортной наукой, многократно выше, чем от генерируемых инженерией. В отличие от плодов других наук, эти новации реализуются транспортом быстрее и в более широких масштабах.

Особенность транспортной науки заключается еще и в том, что ее результаты используются не только разобщенными заказчиками НИР (автотранспортными предприятиями и их объединениями, СТОА, автолюбителями и др.), но еще и органами власти, хозяйствующими субъектами самых разных отраслей, автолюбителями и обслуживающими автотранспорт производствами для решения национальных общесоциальных проблем экономики, удовлетворения потребностей населения, мегаполисов и отдельных муниципальных образований, промышленности, сельского хозяйства. Так, например, обстоит с глобальными проблемами транспортной безопасности и обеспечения подвижности населения, в том числе маломобильных категорий граждан. Все рекомендации транспортной науки в указанных направлениях, вне зависимости от заказчика или ориентации НИР, «работают» на долговременные общенациональные интересы общества и интернациональные ресурсы выживания человека.

Не только современный уровень экономики и интересы работающего населения, но и фундаментальные цели развития общества, гуманистические цели совершенствования человеческой лично-

сти требуют повышения подвижности населения на основе развития транспорта. Причем среди других видов транспорта более 95 % вклада в обеспечение транспортной подвижности населения дает автомобильный транспорт. В качестве личных средств транспорта автомобили остаются вне конкуренции, а развитие автомобилизации прямо и в невиданных ранее масштабах преобразовали условия жизни людей, дали недоступные ранее возможности для их духовного развития и труда. В этом отношении цели транспортной науки в отношении всемерного развития автотранспорта как сферы человеческой деятельности соответствуют глобальным интересам социального развития человечества и больше многих других отраслей технических наук «работают» на эти гуманистические интересы. В транспортной науке при выборе объектов исследования, в постановке исследований, в изучении свойств автомобильной техники и ее составных частей, производственных процессов авто-транспортных технологических систем и их элементов так или иначе учитываются эргономические возможности человека, экономические интересы персонала предприятий, требования охраны труда и экологии. В этом смысле даже в исследованиях технических объектов автомобильного транспорта всегда фигурирует человек: либо как аспект, либо как цель инновации, либо как ограничение, либо как элемент среды, в которой проявляется эффект от инновации. Транспортная наука, таким образом, уже в силу своей привязки к объектам автотранспорта содержит социальную и эргатическую составляющие своей направленности.

Для результативности науки решающее значение имеет человеческий фактор, профессиональные и человеческие качества работающих в ней исследователей. Транспортная наука обслуживает транспортную отрасль и делается научными специалистами транспорта. От их приверженности транспорту, их мотивации, честности и интеллекта зависят получаемые результаты.

Но транспортная наука сама оказывает воздействие на формирование личности своих создателей. Она формирует не только внутренние стимулы к творческой деятельности и профессиональ-

ные качества исследователей, но и «фильтрует» приходящих в нее специалистов сообразно их творческим возможностям и устремлениям. Далеко не все, прошедшие подготовку в сфере транспортной науки, обучавшиеся в магистратуре, аспирантуре, получившие ученые степени остаются работать в ней как исследователи. Большинство подготовленных таким образом специалистов уходят в сферу образования, в органы государственной власти и бизнес.

Таким образом, транспортная наука несет еще и функцию кузницы кадров транспортников высшей квалификации для указанных сфер человеческой деятельности. В этом качестве сферу науки позитивно отличает от других структур и сфер деятельности еще и моральный уровень кадров, поддерживаемый в самой науке и в подготовленных ее силами специалистов. Даже по сравнению с нравственным климатом большинства учреждений образования и повышения квалификации кадров в научной сфере прививаются более высокие критерии морали и профессионализма. Важнейшей профессиональной составляющей подготовленных исследователей служит честность, публично и в частных отношениях порицается непорядочность во всех ее обликах. В эпоху всепроникающей коммерциализации эти качества особенно востребованы в любой области последующей работы подготовленного специалиста. В этом отношении транспортная наука, как и наука в целом, не имеет конкурентов со стороны других сфер деятельности.

Но транспортная наука — не только служит кузницей квалифицированных кадров с определенными моральными устоями, это еще важнейший источник транспортной культуры для занятых на транспорте профессионалов и для десятков миллионов автомобилистов. Уже сегодня до трети наиболее активного населения России выступают собственниками автомобилей, а с учетом членов их семей доля автомобилизированного населения еще выше. Большинство этого населения ранее не имело отношения к автотранспорту. События на дорогах свидетельствуют, что повышение автотранспортного профессионализма и транспортной культуры населения является актуальной безотлагательной потребностью общества. Во

всех благополучных наиболее автомобилизированных странах транспортная культура стала заметной составляющей современной культуры общества и абсолютного большинства его членов. Формируется и развивается транспортная культура в решающей мере силами транспортной науки, ее представителями и за счет ее ресурсов.

Поэтому создание условий для воспроизводимости квалификации, высокого морального уровня и поддержания стимулов к производительной деятельности научных кадров автомобильного транспорта — это тоже элемент социальной направленности транспортной науки, обращенный к обществу и внутрь ее сферы деятельности. В более опекаемых и лучше обеспеченных передовых отраслях российской науки этот аспект может быть даже менее значим и заметен, чем в транспортной науке.

Особую значимость имеет поддержание моральных ценностей в сфере науки. От занятых в транспортной науке требуется высокий уровень честности, без которой лишаются смысла и сами исследования, добытое новое знание и поиски возможностей совершенствования изучаемых объектов исследования. Без нее невозможно добиться оптимального решения конкретной практической задачи, обусловившей актуальность исследования, невозможно найти наилучший вариант инновационного преобразования объекта исследования.

Занятия наукой, в том числе транспортной наукой, сформировали определенную профессиональную этику научной работы. Нормы научной этики или санкции за их нарушение не устанавливаются органами власти, нормативно-правовыми актами, отраслевыми кодексами или уставами. Нет этих норм и в должностных инструкциях работников науки или образования. Нормы моральных ценностей в сфере науки передаются из поколения в поколение, поддерживаются только личной репутационной ответственностью специалиста перед его профессиональным занятием и производственной сферой применения исследуемых им технических объектов, да еще реак-

циями научного сообщества на события в его среде и поведение человека.

За долгую историю науки выработались и продолжают прививаться новым поколениям неписанные нехитрые нормы этики в научной среде. Они в чем-то родственны библейским заповедям и отображают общечеловеческие моральные требования и запреты. В их числе, например, запрет воровства, но не предметов материального мира, денег, драгоценностей, атрибутов власти, а авторства идей, научных результатов и разработок.

Именно новое знание люди науки признают высшей ценностью по результатам человеческой деятельности. Интеллект они признают лишь в качестве уникального инструмента для добывания нового знания, а не как средство стяжательства, погони за властью или притеснения конкурентов.

Как продолжение общечеловеческих гуманистических норм в качестве высших моральных ценностей людей науки утверждается их подвижничество, альтруизм, бескорыстное и зачастую бессрочное служение науке, поискам научных знаний. Служению науке посвящали себя и обессмертившие свое имя гении, и безвестные научные сотрудники, не оставившие никакого следа в истории. И те, и другие выбрали для себя занятия наукой независимо от своего дарования, уровня полученного образования и удачливости. Это своего рода фанатики науки, редкое, но приветствуемое в обществе свойство многих и многих представителей науки.

К высшим моральным ценностям относится и готовность отстаивания честных оценок своих и чужих научных результатов. В истории сохраняются имена ученых, жертвовавших жизнью за свои оценки. Но эта же добродетель в более скромном обличии и в еще большей степени нужна для бескомпромиссной самооценки, оценки результатов своего коллеги и друга или его аспиранта, для честной оценки работы маститого авторитета.

Добытые новые знания согласно моральным нормам науки должны передаваться научному сообществу для перепроверки и получения от него признания коллег. Признание от научного сооб-

щества, коллег по конкретной научной дисциплине и специалистов отрасли является стимулом к научной деятельности. В этом сильнейшее отличие науки как рода деятельности. Без уважения к себе и своим результатам со стороны коллег представитель науки остается непризнанным, а его самореализация неполной. Это специфическое свойство научной деятельности, своего рода научный альтруизм, который находится в противоречии с вульгарной коммерциализацией духовной и общественной жизни нашего времени. И это противоречие пока не нашло своего разрешения, принося ущерб науке и возможностям самореализации ее представителей.

Переход к рыночной экономике вызвал в российской экономике уродливые явления «дикого» капитализма 100-150-летней давности, а в научном сообществе — адекватное падение моральных норм. Убогая неэффективная коммерциализация научной деятельности привела к резкому сокращению ее объемов и результативности. Отток из науки наиболее способной части молодежи и бесполезный для общества приток «остепененных» коммерсантов и чиновников ослабил ее потенциал. Из администраций институтов образовалась паразитирующая прослойка «внутринаучных» посредников, перехватывающих финансирование от заказчиков, но не способных к выполнению НИР. Она не только в разы сокращает реальное финансирование исследований и генерирует коррупцию через

«откаты», но и через представителей заказчиков уродливо деформирует тематику НИР под свои убогие возможности. В этих условиях еще больший вес приобретают моральные ценности людей науки и их носители. Моральный авторитет руководителей научных и образовательных учреждений стал важнейшим фактором при выборе специалистами своего места работы.

«Внутринаучный» аспект социальной направленности транспортной науки формирует человеческие и профессиональные черты ее создателей. Он определяет уровень духовности кадрового пополнения, обеспечивает преемственность поколений исследователей и мотивацию для приходящих в науку людей. Без такой мотива-

ции долгий неблагодарный путь повышения научной квалификации не привлечет наиболее способную и талантливую молодежь.

Мотивация заказчика НИР может разительно отличаться от мотивации исследователей. Заказчикам нужна реализация получаемых результатов НИР в своей сфере ответственности или на своих предприятиях при минимуме затрат средств и времени. Но, к сожалению, научная ценность, новые методы исследования и возможности более широкого применения результатов НИР заказчика не заботят, а то и противоречат его коммерческим интересам.

Научная деятельность традиционно включает в себя элементы альтруизма. Научная продукция транспортной науки в идеале является общедоступной и открытой для транспортных фирм. Условием эффективности научной деятельности является свободный информационный обмен между исследователями, а также исследователей с потребителями результатов НИР. Это плохо вписывается в рыночную экономику, где продукт — товар, а технология его изготовления и промежуточные результаты — коммерческая тайна. Поэтому изначально открытую транспортную науку, ее организацию, финансирование, размещение и взаимодействие с отраслями и сферой образования приходится специально встраивать в коммерческие условия существования.

Транспортная наука, как и другие отрасли науки, интернациональна. Но именно для транспортной науки, в отличие от фундаментальных наук, организованный международный обмен результатами и специалистами пока минимален и заказчиками НИР не финансируется. Лишь единичные автотранспортные ассоциации (РАС, АСМАП) используют такой обмен в своей деятельности. Органы власти нередко под видом «проведения технической политики» вместо научного обмена финансируют из фондов НИОКР посещения чиновниками и руководителями администраций институтов сессий международных организаций, конференций и симпозиумов.

Наука как род деятельности формировалась на протяжении веков. Объект этой деятельности в каждой отрасли науки разный, но даже в случае повторения исследований уровень проникновения в

объект, его понимания и детализации всегда отличаются. Для этого приходится создавать все новые методы исследования и ставить все новые задачи. Этим научная деятельность притягательна — степень рутины и однообразия работы научных сотрудников в ней минимальна. Как никакая другая область человеческой деятельности она привлекает новизной, свободой инициативы и этим сродни предпринимательству. Притягательна также известная закрытость сферы науки, ее необщедоступность, избирательность научного сообщества к своему пополнению, от которого научная деятельность требует определенной совокупности личностных черт и интеллекта, в обиходе обобщенно именуемых обычно «способностями».

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Охарактеризуйте формы исследований для автомобильного транспорта.
2. Назовите основные проблемы заказных НИР.
3. Каким целям служит и для чего проводится публичное представление результатов научных исследований?
4. Какие отличия существуют в оформлении научного отчета и диссертации?
5. Чем регламентируются и что содержат требования к оформлению отчетов по НИР, диссертаций и выходных документов?
6. В каких отношениях проявляется социальная направленность транспортной науки?
7. В чем проявляется выраженность социальной ориентации транспортной науки в сфере транспорта?
8. Чем определяется значимость «внутринаучной» социальной ориентации исследований на автотранспорте?
9. Как связана деятельность транспортной науки с подготовкой кадров для российского автомобильного транспорта?
10. Как соотносится потребность в свободе информационного обмена между исследователями с коммерческими условиями деятельности транспорта?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методология науки представляет собой действенный инструмент получения нового знания. Образно выражаясь, это «технологическая сердцевина» познавательной деятельности в науке. В технических науках методология - это средство получения недостающих сведений о вновь создаваемых или уже эксплуатируемых технических объектах. Ею должен владеть каждый самостоятельный представитель научного сообщества.

Как старались показать авторы книги, в методологии технических наук нет ничего непостижимого, недоступного здравому смыслу начинающего исследователя, аспиранта или магистранта. Материалы книги показывают специфику методологии технических наук, ее отличия от методологий естественно-научных исследований, проектирования и инженерной деятельности в целом.

Транспортная наука занимается одной из немногих отраслей техники, в которых производство и эксплуатация используемой ею техники разделились на две независимые производственные сферы с собственным научным и инженерным обеспечением. Поэтому методология транспортной науки, как выражено эксплуатационной отрасли технических наук, несет дополнительную специфику по отношению к специфике методологии технического знания.

Транспортная наука призвана не только обеспечивать совершенствование транспорта, но и формировать исходные требования и данные для инновационного совершенствования продукции отраслей, обслуживающих транспорт. Применительно к автотранспорту этими отраслями промышленности служат автомобилестроение, автомобильная электротехника и телематика, нефтехимия и химия полимеров, лакокрасочная промышленность, производство гаражного оборудования, средств технического диагностирования и др.

Автомобиль как технический объект, автомобилестроение и автомобильный транспорт аккумулируют в себе почти весь спектр доведенных до практического применения технологических достижений цивилизации. Поэтому транспортная наука обеспечивает информацией обратные связи от повседневной практической деятельности транспорта к наиболее высокотехнологичным производствам

и новейшим научным разработкам. Отличия методологии транспортной науки от методологии технических наук связаны, таким образом, с выраженным эксплуатационным характером целей и объектов исследования, определяющим доступность лишь определенных методов исследования для автомобильного транспорта.

Методология транспортной науки относительно молода. Исторически она сформирована усилиями лишь трех-четырех поколений исследователей. По традиции ее неписанные истины передавались от одного поколения к другому. И дальнейшее развитие методологии транспортной науки всецело зависит от подготовленности молодых исследователей, их приверженности к работе в науке и к свободе передвижения, уже второе столетие обеспечиваемой автомобильной техникой.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенов, И.Я. Единая транспортная система: учеб. для вузов / И.Я. Аксенов. — М.: Высшая школа, 1991. — 383 с.
2. Кузнецов, Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей / Е.С. Кузнецов[и др.]. — М.: Наука, 2004. — 535 с.
3. Рубец, А.Д. История автомобильного транспорта России : учеб. пособие для студентов вузов / А.Д. Рубец. — 2-е изд., стереотипное. — М.: Academia, 2004. — 299 с.
4. Мирошников, Л.В. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях / Л.В. Мирошников, А.П. Болдин, В.И. Пал. — М.: Транспорт, 1977. — 263 с.
5. Сабитов, В.А. Основы научных исследований / В.А. Сабитов. — М.: Наука, 2002. — 343 с.
6. Рузавин, Г.И. Методология научного исследования / Г.И. Рузавин. — М.: Мысль, 1999. — 396 с.
7. Чешев, В.В. Методологические и социальные проблемы техники и технических наук / В.В. Чешев, О.М. Волосевич. — М.: Транспорт, 1974. — 114 с.
8. Герасимов, И.Г. Структура научного исследования / И.Г. Герасимов. — М.: Мысль, 1985. — 215 с.
9. Советов, Б.Я. Моделирование систем: учеб. для вузов / Б.Я. Советов, С. А. Яковлев. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 2001. — 343 с.
10. Сергеев, А.Г. Метрология / А.Г. Сергеев. — М.: Логос, 2005. — 275 с.
11. Антонов, А.В. Системный анализ / А.В. Антонов. — М.: Высшая школа, 2004. — 454 с.
12. Кузин, Ф.А. Диссертация. Методика написания. Правила оформления. Порядок защиты / Ф.А. Кузин. — 3-е изд., доп. — М.: Ось-89, 2008. — 448 с.

