



# Методология исследования истории транспортной техники



Михаил БОЛОТИН  
Mikhail M. BOLOTIN

Сергей АНДРИЯНОВ  
Sergey S. ANDRIYANOV



*Болотин Михаил Михайлович – доктор технических наук, профессор кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), Москва, Россия.*

*Андриянов Сергей Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» МИИТ, Москва, Россия.*

**Статья раскрывает методологические подходы к исследованию истории техники. Изложены основные понятия производственной и транспортной техники, машин и механизмов, а также принципы и методы изучения исторических явлений и фактов. Особое внимание уделено периодизации историко-технических процессов, опыту применения хронологического и хронологическо-проблемного принципов. Кроме того, рассмотрены логический метод, исторический метод, метод математизации и метод моделирования. Предложен обобщенный принцип звенности-замещения для периодизации процессов развития техники. Введена новая категория – уровень интеллектуальности автоматических машин, назван способ его количественной оценки.**

*Ключевые слова:* история, вагоны, локомотивы, производственная техника, методологические подходы, принцип историзма, принцип замещения, принцип звенности машин, обобщенный принцип звенности-замещения, периодизация истории техники, метод математизации, уровень интеллектуальности автоматических машин.

**И**сследование истории транспортной и производственной техники способствует обобщению историко-технического материала, выявлению границ знаний о предмете, уменьшению области незнания путем введения в научный оборот новых понятий или методологических подходов, воссозданию целостного представления о процессах и явлениях, протекающих на транспорте.

Для начала применительно к истории производственной техники (включая в том числе локомотивы и вагоны) следует вспомнить исходные понятия.

*Техника* – совокупность средств человеческой деятельности, созданных для осуществления процессов производства и обслуживания непродовольственных потребностей общества [1, с. 497].

К производственной технике относят инструменты, механизмы, машины, аппараты управления машинами и др., а к транспортной технике – транспортные средства (подвижной состав: паровозы, тепловозы, электровозы, вагоны), технические средства механизации погрузочно-разгрузочных и складских процессов; средства механизации и ав-

томатизации в инфраструктуре транспорта [1, с. 497].

*Инструмент* – орудие для работы (ручной инструмент: молоток, лом, ножовка, гаечный ключ, коловорот, дрель; механизированный инструмент: пневмомолоток, пневморубильник (пневмоотбойник), электропила, электрогайковерт (пневмогайковерт), электродрель) [1, с. 184].

*Механизм* – совокупность подвижно соединенных тел (звеньев, частей), совершающих под действием приложенных сил определенные целесообразные движения. Совокупность двигательного, передаточного и исполнительного механизмов (звеньев, частей: машины-двигателя, передаточного механизма или преобразователя и машины-орудия) образует машину [1, с. 287].

*Машина* – механическое устройство с согласованно работающими частями, осуществляющее определенные движения под управлением человека для преобразования энергии, материалов или информации [1, с. 278].

*Автоматическая машина* – машина, функционирующая непрерывно и управляемая по жесткому или перепрограммируемому алгоритму с использованием энергии неживой природы без непосредственного участия людей.

*Интеллектуальная автоматическая машина* – машина, функционирующая непрерывно и управляемая с помощью интеллектуальных датчиков по перепрограммируемому алгоритму с использованием энергии неживой природы без всякого участия людей (интеллектуальные промышленные роботы, робототехнические комплексы).

## ЛОГИКА И ПРИНЦИПЫ

Методы изучения истории [4–7] представляют собой способы исследования исторических и историко-технических процессов через исторические факты с целью получения новых знаний. К ним относятся: логический метод, предусматривающий применение метода индукции – движение мысли от единичного к общему, метода дедукции – движение мысли от общего к частному, методов формальной логики, включая алгебру логики (или булеву алгебру); исторический метод – изучение явлений и процессов в их хроно-

логическом развитии со всеми неповторимыми чертами, деталями, особенностями по принципам и правилам работы с первоисточниками [3]; метод периодизации; метод математизации; метод моделирования.

Основными научными принципами изучения истории производственной и транспортной техники, истории гражданского общества являются [3–6]:

– *принцип объективности* – опора на факты в их истинном содержании с учетом положительных и отрицательных сторон;

– *принцип социального подхода* – рассмотрение истории с учетом социальных интересов всех слоев населения;

– *принцип историзма* – исследование исторических фактов, явлений и событий в их развитии и взаимосвязи;

– *принцип системности* (системного подхода) – совокупность методологических принципов, рассматривающих объект как систему, состоящую из взаимосвязанных элементов (вагонное депо как система автоматического регулирования производительности (Болотин М. М.); вагоноремонтный комплекс как самоорганизующаяся система (Сирина Н. Ф.); железнодорожный транспорт как система автоматизированного управления транспортными потоками (Мишарин А. С.); грузовой вагон как существенно нелинейная система с переменной структурой (Филиппов В. Н.);

– *принцип хронологии* – изложение событий в их временной последовательности;

– *принцип хронологическо-проблемный* – изложение событий по периодам (этапам) с отражением их внутренних проблем;

– *принцип проблемно-хронологический* – изложение поэтапного развития какой-либо проблемы в истории государства [3].

## МЕТОД ПЕРИОДИЗАЦИИ

Он предполагает деление процессов развития на основные качественно отличающиеся друг от друга периоды (этапы) в соответствии с установленным критерием (принципом) [2, с. 985]. Периодизация (систематизация) исторических и историко-технических процессов – важнейший элемент методологии истории [5, с. 80]. Периодизацию развития гражданского общества чаще всего осуществляют с ис-



пользованием формационного, цивилизационного, хронологического, хронологическо-проблемного и проблемно-хронологического критериев (принципов). В работе [4, с. 75] отмечается, что «механически переносить на историю техники критерии периодизации гражданской истории недопустимо».

Поэтому периодизацию истории производственной и транспортной техники осуществляют с использованием принципов замещения, звенности, хронологии, хронологическо-проблемного, а для классификации техники внутри периодов применяют энергетический принцип, принцип функционального назначения, принцип конструкционных материалов, принцип конфигурации, принцип формы и др. [3–5, 7].

Наибольшее распространение при историко-техническом исследовании получил принцип замещения человека техническими устройствами при выполнении им функций, связанных с физическим и умственным трудом. Исходя из этого принципа различают пять периодов в истории производственной техники [4, с. 75]: инструментальный (вооружение человека ручными орудиями труда); механический (замена двигательных функций человека механизмами); механизированный (замена человека машиной); автоматический (замена человека автоматической машиной); кибернетический (замена мыслительных функций человека кибернетическими устройствами).

Примерно аналогичные этапы развития производственной техники выделены в работе [9, с. 13]: первый этап – использование простейших орудий труда; второй – использование инструментов и простейших механизмов; третий – использование машин; четвертый – автоматизация производства; пятый – комплексная автоматизация производства. Различие этой и предыдущей периодизаций развития техники заключается в том, что в первом случае процесс касается самой производственной техники, а во втором – развития производства.

Следует отметить, что автоматизация производства (при использовании типовых автоматов, включая и промышленные роботы) проходит не два, а три этапа в своем

развитии [10, с. 126–129]: первый – автоматизация рабочего цикла машины, создание универсальных, специализированных и специальных полуавтоматов и автоматов, станков с ЧПУ на базе автоматических регуляторов и микропроцессоров; второй – автоматизация системы машин (создание автоматических линий массового производства и гибких автоматизированных линий); третий – комплексная автоматизация производства (применение гибких автоматизированных участков, цехов и предприятий).

Классификация-периодизация производственной техники (производственных машин) с использованием принципа звенности приведена в [11, с. 8–15]. Критерий принципа звенности предполагает что машина представляет собой совокупность трех звеньев – машины-двигателя, передаточного механизма, машины-орудия [1, с. 287].

Исходя из принципа звенности [11, с. 8–15], различаются следующие периоды развития производственной техники: ручные инструменты (орудия труда), использующие энергию живой природы, – машины нулевой звенности ( $Z=0$ ); ручные инструменты, снабженные механическим усилителем, – машины единичной звенности ( $Z=1$ ); механизированные инструменты, использующие энергию неживой природы, – двухзвенные машины ( $Z=2$ ); машины, управляемые человеком, – трехзвенные ( $Z=3$ ); машины-полуавтоматы с частичным участием человека ( $Z=3,5$ ); машины-автоматы с жестким автоматическим циклом работы ( $Z=4$ ); машины-автоматы с гибким (перепрограммируемым) циклом ( $Z=4,5$ ); машины-автоматы гибких автоматизированных линий ( $Z=4,75$ ); машины-автоматы гибких автоматизированных участков ( $Z=5$ ).

Машины, имеющие звенность  $Z < 3$ , считаются машинами низкого технического уровня, а машины со звенностью  $3 < Z \leq 5$  – высокого технического уровня.

Принцип звенности позволяет не только осуществлять периодизацию производственной техники, но и техники транспорта (вагонов) [10, 11, 13]. Так, в [12] принцип звенности впервые использован в качестве критерия периодизации (классификации) узлов грузовых вагонов, а в работе [13] – пассажирских вагонов.

Применив принцип замещения к приведенной ранее классификации машин по принципу звенности, можно получить укрупненную их периодизацию, включающую пять этапов развития: машины-инструменты; машины-механизмы; машины, управляемые человеком; машины-автоматы с жестким автоматическим циклом; машины-автоматы с гибким автоматическим циклом. Такаая периодизация в основном сходится с периодизацией в работе [4].

Исходя из приведенных результатов, можно предложить объединить принцип звенности и принцип замещения в один *обобщенный (универсальный) критерий – принцип звенности-замещения*. В этом случае категория «звенность» характеризует конструктивное совершенство техники, а категория «замещение» – выполняемую техническим устройством функцию по замещению человека на различных этапах развития.

Предположительно принцип звенности-замещения машин можно применить и для периодизации кибернетических машин, замещающих уственную деятельность человека [4, с. 75]. Кибернетические логично отнести к машинам нового качества – интеллектуальным роботизированным, уровень которых выше машин гибких автоматизированных участков.

Можно допустить, что интеллектуальные автоматические машины по сравнению с машинами гибких автоматизированных участков дополнительно снабжены суперзвеньями нового качества, самостоятельно изменяющими алгоритмы своего действия в зависимости от состояния внешней среды. Например, интеллектуальную роботизированную машину со звенностью  $Z=5,5$  можно считать принадлежащей первому поколению, со звенностью  $Z=6$  – интеллектуальной машиной второго поколения, со звенностью  $Z=6,5$  – третьего поколения, со звенностью  $Z=7$  – машиной четвертого поколения. Причем все они отличаются определенной степенью замены умственной деятельности человека.

Принцип звенности-замещения позволяет тем самым расширить границы изменения звенности машин и *ввести новый критерий их совершенства – уровень интеллектуальности автоматических машин*.

По аналогии с формулой (1.6) в [11, с. 20] этот уровень можно количественно определить из соотношения

$$K_{\text{им}} = 100 \% \frac{\sum_1^n q_{\text{им}i} \cdot Z_i}{Z_{\text{max}}^{\text{им}} \sum_1^n q_i},$$

где  $n$  – общее число рассматриваемых механизмов (устройств) интеллектуальной автоматической машины;

$q_{\text{им}i}$  – число движений, осуществляемых  $i$ -м механизмом машины в цикле ее работы под управлением интеллектуального устройства со звенностью  $Z_i$ ;

$Z_{\text{max}}^{\text{им}}$  – максимальная звенность интеллектуальных машин ( $Z_{\text{max}}^{\text{им}} = 7$  для рассматриваемой ситуации);

$q_i$  – общее число движений, осуществляемых  $i$ -м механизмом интеллектуальной автоматической машины.

Периодизацию истории технических наук, производственной и транспортной техники с использованием в качестве критериев хронологического и хронологическо-проблемного принципов осуществляют в тех случаях, когда важно подчеркнуть последовательность развития историко-технических процессов или поэтапного становления какой-либо технической науки.

В работе [15] для заданного этапа развития гражданского общества – рабовладельческой цивилизации подробно исследуются с использованием хронологическо-проблемного принципа вопросы становления технических средств различных видов транспорта. При этом на каждом этапе их развития автор вскрывает возникшие проблемы и интерпретирует технологии их разрешения, достижения науки, техники и энергетики, объясняет признаки перехода от одного периода к другому.

Применение хронологического принципа для периодизации развития технических средств и технологий морского транспорта нефти и нефтепродуктов демонстрируется в работе [16]. Здесь на основе исследования историко-технических процессов отражены





основные события в области морского транспорта нефти и нефтепродуктов, представленные в форме хронологической таблицы [16, с. 9].

Профессор Л. А. Шадур [17] применил хронологический принцип для периодизации становления и развития отечественной науки о вагонах (1835–1994 гг.) в области: продольной динамики, взаимодействия вагона и железнодорожного пути, колебаний вагонов, прочности, надежности, совершенствования конструкций и теплоэнергетики вагонов, сварных конструкций вагонов, автотормозов, технологии и организации производства на вагоноремонтных и вагоностроительных предприятиях.

В работе [18, с. 10–24] отражен опыт формирования хронологии зарождения и развития вагонного парка России в период с 1846 по 1933 год, начала эксплуатации первых грузовых и пассажирских вагонов отечественной постройки.

#### **МАТЕМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ**

Принято считать, что математизация исторических исследований берет отсчет «с 1960 года, когда в России при отделении истории РАН, во Франции, США, Австрии были организованы соответствующие научные центры» [19].

Особенность современного этапа математизации исторических и историко-технических процессов заключается в широком применении разнообразных математических методов:

– вычислений и элементов теории вероятностей [20, с. 347–412, 191–279]; элементов математической статистики [21]; статистических методов, позволяющих устанавливать уравнения связи между случайными переменными и определять вероятности появления событий, различных методов прогнозирования [22, с. 9–20; 54–61];

– методов формальной логики (логические основы вопросно-ответного мышления, теория аргументации, основы логики доказывания и др.) [23]; алгебры логики (высказываний) [12];

– методов экспертных оценок, представляющих собой количественные и порядковые оценки процессов и явлений, основанных на суждениях специалистов [22, с. 99–

112], а также оценки достоверности экспертных решений по частотному критерию и коэффициенту вариации [24, с. 9–10];

– метода формологического анализа, заключающегося в выделении элементов по принципам функциональной значимости и роли, нахождении решения проблемы, которое устраняет существующее препятствие к развитию [25];

– методов структурного анализа производственной и транспортной техники [12], кластерного анализа и др.

Разумеется, применение столь сложного инструментария требует не только высокой специальной подготовки, но и адекватных общеподготовительных знаний, методологической грамотности.

#### **ВИДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ**

*Моделирование* – исследование каких-либо явлений, историко-технических процессов или систем путем построения и изучения их моделей, отображающих определенные стороны истории техники [2, с. 816; 5, с. 81]. Модели историко-технических процессов предполагают три вида:

- модели проведения историко-технического анализа;
- модели прогнозирования;
- модели операций.

В работе [5, с. 78–79] предложена многоуровневая иерархическая модель проведения историко-технических исследований, берущая в расчет три взаимосвязанных этапа: фактологический (собирательный), интерпретационный (аналитический), законотворческий (теоретический). Графически она представлена в виде раскручивающейся спирали развития техники, включающей четыре полных витка, соответствующих периодам развития производственной техники: инструментальный, механический, машинизации и автоматизации. Кибернетический период представлен неполным витком [4].

Наиболее распространенным видом моделирования машин и процессов является математическое компьютерное моделирование с использованием прогностических моделей, позволяющих находить наилучшее описание тренда и определять прогнозные значения исследуемых параметров [11, с. 9–20; 23, 95–97].

## ВЫВОДЫ

Совокупность предложенных понятий производственных и транспортных машин, принципов и методов исследования историко-технических процессов их развития, методов их периодизации, математизации и моделирования, использование названных теоретических положений позволили сформировать соответствующую методологию.

Наибольшее внимание уделено методам и принципам периодизации, поскольку они являются важнейшими элементами методологии историко-технических исследований, основными элементами их научной новизны. Предложен новый обобщенный принцип периодизации истории производственной и транспортной техники — принцип звенности-замещения, показаны его связь с принципом замещения и возможности для анализа интеллектуальных машин. Введена новая оценочная категория — уровень интеллектуальности автоматической машины, определен способ его количественной оценки.

Подчеркнуто значение принципа хронологии для периодизации истории развития машин, систем автоматики и сопутствующей им техники. Выделен опыт применения принципа замещения и принципа хронологическо-проблемного при периодизации истории транспорта и другой техники.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Политехнический словарь / Гл. ред. И. И. Артоболевский. — М.: Советская энциклопедия, 1976. — 608 с.
2. Советский энциклопедический словарь / Гл. ред. А. М. Прохоров. — 2-е изд. — М.: Советская энциклопедия, 1983. — 1600 с.
3. <http://otvet.mail.ru/question/76141646>. Доступ 25.04.2014.
4. Дячкин Н. И. Периодизация истории развития техники // Известия Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова. — 2010. — № 4/2 (68). — С. 75–80.
5. Дячкин Н. И. Современная методология истории техники // Известия Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова. — 2011. — № 4/1 (72). — С. 78–83.
6. Ельчанинов В. А. Принцип системности в историко-социологическом исследовании // Известия Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова. — 2013. — № 4 (80). — С. 219–223.
7. Антонец И. В., Циркин А. В. История и методология научного исследования: учеб. пособие. — Ульяновск: УлГТУ, 2010. — 90 с.

8. Большой толковый словарь русского языка / Е. Д. Терехова, И. Р. Григорян. — М.: Дом славянской книги, 2009. — 736 с.

9. Самуйлов В. М. Методология и технология формирования модулей функционального соответствия для повышения эффективности организации производства на железнодорожном транспорте / Автореф. дис... док. техн. наук. — М.: 1999. — 48 с.

10. Железнодорожная транспортная система. Эффективность, надежность, безопасность / А. М. Призмазонов [и др.]; под ред. А. М. Призмазона. — М.: Желдориздат, 2002. — 428 с.

11. Болотин М. М., Новиков В. Е. Системы автоматизации производства и ремонта вагонов: учебник. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Маршрут, 2004. — 310 с.

12. Болотин М. М., Воротников В. Г., Козлов М. В. Математические методы структурного анализа машин и оптимизации параметров производства // Наука и техника транспорта. — 2009. — № 2. — С. 56–64.

13. Глазков В. Н. Новые подходы к оценке технического уровня пассажирских вагонов для перевозки пассажиров и туристов // Транспорт: наука, техника, управление. — 2011. — № 8. — С. 8–11.

14. Методические материалы для подготовки к кандидатскому экзамену по истории и философии науки. История технических наук / Редактор-составитель О. Д. Симоненко. — М.: Диполь-Т, 2003. — 105 с.

15. Галахов В. И. Транспорт рабовладельческой цивилизации // Мир транспорта. — 2012. — № 6. — С. 196–206; 2013. — № 2. — С. 210–222.

16. Иванов А. И. Развитие технических средств и технологий морского транспорта нефти и нефтепродуктов / Автореф. дис... канд. техн. наук. — Уфа, 2013. — 24 с.

17. Шадур Л. А. Отечественная наука о вагонах и вклад кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» МИИТ в её развитие. — Екатеринбург, 1997. — 53 с.

18. Конструирование и расчет вагонов: учебник / В. В. Лукин [и др.]; под ред. П. С. Анисимова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Учебно-метод. центр по образованию на ж. д. транспорте, 2011. — 688 с.

19. Абрамов В. К. О применении количественных методов в исторических исследованиях [Электронный ресурс] // Успехи современного естествознания. — 2008. — № 4. — С. 47–48. Режим доступа URL: [www.rae.ru](http://www.rae.ru). Доступ 25.04.2014.

20. Высшая математика в упражнениях и задачах с решениями: В 2 ч. — Ч. 2 / П. Е. Данко [и др.]. — 7-е изд., испр. — М.: Оникс; Мир и образование, 2009. — 448 с.

21. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учеб. пособие. — 9-е изд., стер. — М.: Высшая школа, 2004. — 404 с.

22. Болотин М. М. Автоматизированные рабочие места вагоноремонтного производства. — Часть 2: Поиск решений. Модели и экспертиза производства: учеб. пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: МИИТ, 2008. — 126 с.

23. Малахов В. П. Формальная логика: учебник. — М.: Академический проект, 2001. — 384 с.

24. Болотин М. М., Глазков В. Н. Экспертное решение: достоверность // Транспорт: наука, техника, управление. — 2012. — № 12. — С. 9–10.

25. Колесников М. В. Методика разработки морфологической идентификации параметров управления предприятием // Вестник РГУПС. — 2005. — № 1. — С. 81–83.

