

**СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Л.И. Кушнарев

kushnarevl@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

**Аннотация**

Работа направлена на интенсификацию инновационных предприятий и отраслей отечественного машиностроения. Результаты организационно-технологических исследований однозначно указывают на необходимость и целесообразность реорганизации существующей производственной системы в крупные машиностроительные фирмы и комплексы. Интеграция усилий всех структур фирмы способна обеспечить конкурентоспособный уровень качества и восстановление объемов производства техники, проведение диверсификации и модернизации производства. Практическая реализация результатов исследования по обоснованию направлений и шагов инновационного развития обеспечивает не только высокую эффективность их внедрения в сферах машиностроения, но и требуемый технологический прорыв в производстве, науке и образовании

**Ключевые слова**

*Конкурентоспособность, качество, надежность, фирма, фирменный технический сервис, сопровождение продукции*

Поступила 29.04.2019

Принята 11.10.2019

© Автор(ы), 2020

**Введение.** В условиях рыночных отношений основой инновационного развития любой отрасли является конкурентоспособность производимых ею продукции, выполняемых работ и оказываемых услуг. Для предприятий отечественного машиностроения это актуально многократно, поскольку они обеспечивают машинно-технологичные производства всех отраслей экономики страны современными технологическими машинами и оборудованием. Достигнутый уровень качества этих средств определяет уровень их конкурентоспособности на российском рынке техники, эффективность предприятий и отраслей машиностроения. Необходимым условием повышения конкурентоспособности предприятий машиностроения является обеспечение производства современными производительными, качественными машинами и оборудованием в соответствии с нагрузкой производственных мощностей [1, 2].

Обеспечение качества отечественных машин и оборудования на уровне лучших мировых аналогов ведет к отказу потребителей от приоб-

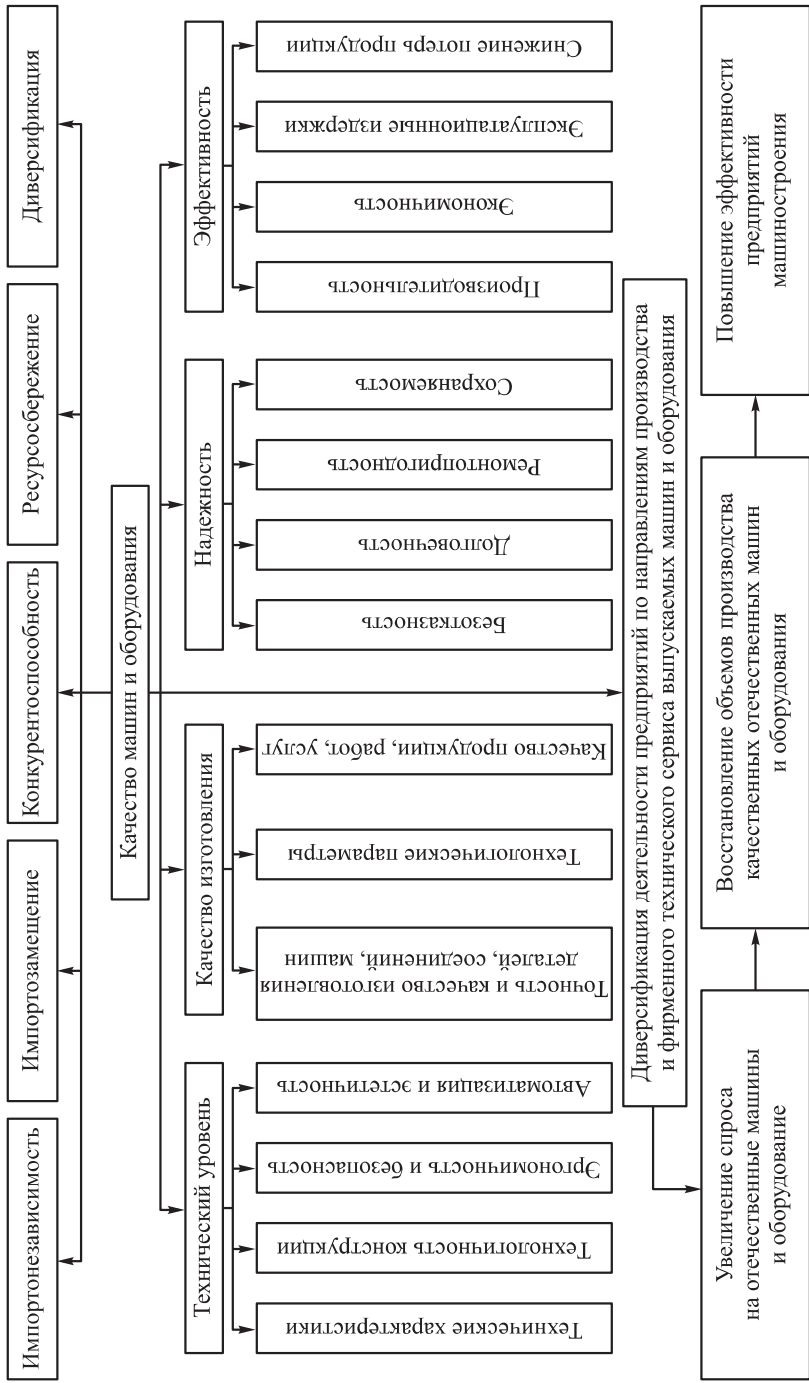
ретения дорогостоящей импортной техники и способствует повышению спроса и объемов производства отечественной техники, созданию условий для инновационного развития предприятий машиностроения. Несмотря на то что технологической основой инновационного развития является применение перспективных технологических приемов, методов и средств, они являются лишь средствами технологического обеспечения производства и позволяют получить требуемый результат и эффективность только при правильном использовании в условиях оптимальной организации производства.

**Состояние проблемы.** Низкий уровень качества изготовления, надежности и эффективности техники значительно снижают ее конкурентоспособность на российском рынке техники (рис. 1).

При становлении и развитии машиностроения из-за дефицита качественных конструкционных материалов, ремонтно-технологического оборудования, квалифицированных рабочих кадров было очень сложно обеспечить высокий уровень качества. Например, для сельскохозяйственного производства было принято решение о создании вспомогательных ремонтно-обслуживающих производств — инженерно-технической службы и машинно-тракторных станций. Инженерно-технические службы обеспечивали работоспособность технологических машин и оборудования, а машинно-тракторные станции выполняли еще и механизированные работы и оказывали услуги агропредприятиям. Для обеспечения работоспособности технологического оборудования в промышленности созданы службы главного механика предприятий.

Создание вспомогательных ремонтно-обслуживающих производств стало непреодолимой преградой на пути повышения качества и развития прямых производственно-технологических и экономических связей между изготовителями и потребителями техники. В результате разрыва прямых связей требования к качеству техники формировали не потребители, а посредники, которые, наоборот, были заинтересованы в росте объемов ремонтных работ и, соответственно, невысоком уровне качества выпускаемых машин и оборудования. Впоследствии этот разрыв усилился с созданием специализированного ремонтно-обслуживающего производства с крупными ремонтными заводами, специальными ремонтными предприятиями, станциями технического обслуживания и ремонта и др.

Несмотря на требования потребителей техники, органов государственного контроля и управления, должного и ожидаемого повышения уровня качества выпускаемой техники до настоящего времени не произошло. Еще на более низком уровне качества оставалось и выполнение работ по тех-



**Рис. 1.** Условия и факторы повышения конкурентоспособности машиностроения

ническому обслуживанию и ремонту машин и оборудования в процессе их эксплуатации. В начале 1990-х годов это привело к отказу потребителей техники от услуг предприятий по техническому обслуживанию и ремонту техники и, как следствие, к ликвидации ремонтно-обслуживающего производства как самостоятельной отрасли, системы [3–6].

Использование техники, машин и оборудования по служебному назначению сопровождается различными отказами. Внезапные отказы техники, если они происходят на море, в воздухе, космосе, в боевых условиях, могут привести к серьезным последствиям, не только к потерям материальной части, но и к трагедии, техногенной катастрофе. При выполнении производственно-технологических процессов в различных сферах экономики возникновение отказов техники ведет, как правило, к экономическим потерям ресурсов, продукции, дохода, ухудшению показателей эффективности производства.

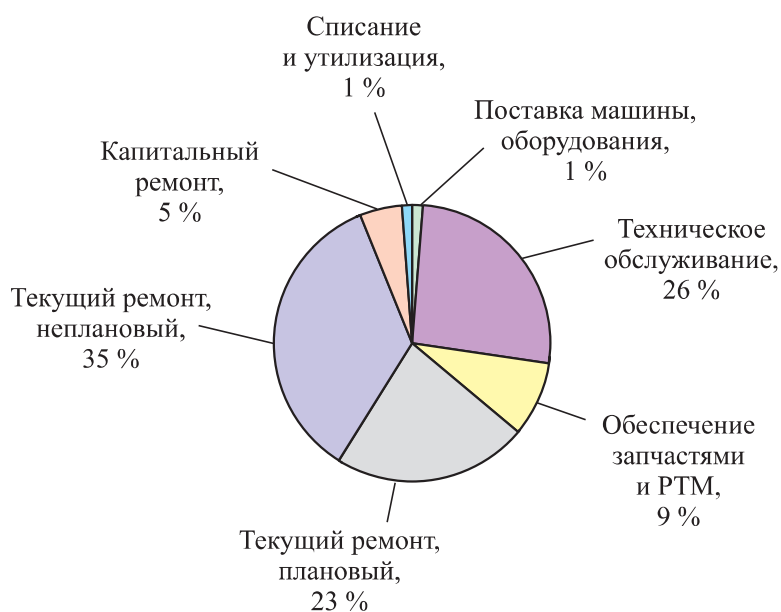
На начальном этапе развития машиностроения и низком уровне эксплуатации техники, в условиях жесткого экономического планирования такой подход в какой-то мере был оправдан. В настоящее время в различных отраслях и сферах экономики используется уже более 25 % высококачественных, надежных и эффективных зарубежных технологических машин и оборудования. Зарубежные производители и поставщики готовы полностью закрыть потребности российского рынка своей техникой, технологическими машинами и оборудованием. Основными сдерживающими факторами являются цена поставляемых машин и оборудования и низкий уровень платежеспособности российских потребителей. Эти факторы заставляют потребителей приобретать для обновления машинно-технологического парка предприятий отечественную технику.

Для обеспечения требуемого уровня исправности современной техники во всем мире применяются различные варианты и стратегии планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта (ППСТОР) машин и оборудования. Применение ППСТОР машин и оборудования предусматривает проведение плановых профилактических мероприятий по техническому обслуживанию, текущему, среднему и капитальному ремонтам.

Проведение мероприятий по техническому обслуживанию направлено в первую очередь на предупреждение (предотвращение) эксплуатационных отказов, на уменьшение их числа в процессе использования по назначению, особенно в напряженные периоды. Плановые текущие, средние и капитальные ремонты машин и оборудования направлены на восстановление работоспособности или ресурсов узлов, агрегатов, машин при до-

стижении ими определенной (межремонтной) наработки. Периодичность профилактических технических обслуживаний и плановых ремонтов регламентирована\*, поэтому планирование и организация работ могут быть заранее обеспечены необходимыми производственно-техническими ресурсами: помещениями, диагностическим и ремонтно-технологическим оборудованием, запасными частями и ремонтно-техническими материалами (РТМ), производственным персоналом и т. д. [7–8].

В общем объеме работ по техническому сервису современных машин и оборудования плановые ремонтно-обслуживающие работы занимают всего 25...40 % (в зависимости от типа машин и оборудования) их среднего возраста, степени износа и других факторов. Остальная часть — это объемы работ по unplanned текущему ремонту отказов различных групп сложности (рис. 2). Наличие такого соотношения характерно для многих самых разнообразных видов техники. Это можно наблюдать на технике массового производства и применения, например в автотранспорте: автомобили, тракторы, комбайны, сельхозмашины, орудия и др.



**Рис. 2.** Структура трудоемкости работ технического сервиса (на примере грузового автотранспорта)

\* ГОСТ 18322–78. Система технического обслуживания и ремонт техники. Термины и определения. ГОСТ 15.601–98. Система разработки и постановки продукции на производство. Техническое обслуживание и ремонт техники. Основные положения.

Имея высокую эксплуатационную нагрузку и доступность в плане исследования параметров надежности, приведенные технологические машины и оборудование позволяют исследовать реальные потоки требований и установить их характеристики по всем видам ремонтно-обслуживающих работ, в том числе и по совокупному (суммарному) потоку. Необходимо учитывать, что потоки требований на обслуживание имеют вероятностный (случайный) характер и, как правило, проявляются в периоды интенсивного использования технологических машин и оборудования и наступают внезапно. Это вызывает длительные простои машин и оборудования по техническим причинам и высокие издержки потребителей техники, работ и услуг технического характера. При этом наблюдаются повышенные затраты на восстановление работоспособности технологических машин и оборудования. Ввиду нарушений и нестабильности производственных, технологических, транспортных и других процессов имеют место значительные потери продукции и выгоды, если это происходит в сельскохозяйственном производстве, то длительное снижение и потери продуктивности животных, снижение урожайности культур и пр.

Потребность в выполнении значительных объемов работ по техническому обслуживанию и ремонту отечественной техники вынуждает потребителей технологических машин и оборудования иметь на своих производствах соответствующие по мощности ремонтно-обслуживающие структуры — службы главного механика или инженерно-технические службы предприятий. Эти службы имеют в качестве материально-технической основы необходимую ремонтно-эксплуатационную базу (заводы, мастерские, цеха, участки, пункты), оснащенную ремонтно-технологическим оборудованием, оснасткой и другими приспособлениями. Ремонтно-обслуживающий персонал этих служб, как правило, имеет более высокий уровень квалификации, чем основные производственные рабочие.

Территориальное распределение всей совокупности предприятий производителей и потребителей техники требует создания не только служб главного механика на каждом предприятии, но и сети предприятий технического сервиса. Причем все виды ремонтно-обслуживающих работ выполнять силами и средствами одних служб производственных предприятий или одних обслуживающих предприятий нецелесообразно. Обычно основной объем работ (80...95 %) по техническому сервису выполняет служба главного механика предприятия собственными силами и средствами [9–11].

Остальная часть объема ремонтно-обслуживающих работ требует применения сложного, специального и дорогостоящего технологического обо-

рудования, которое в условиях службы главного механика производственных предприятий использовать нецелесообразно. Поэтому при обосновании сети и системы ремонтно-обслуживающего производства целесообразно применять оптимизацию распределения работ по техническому сервису между структурами-исполнителями на основании технико-экономических критериев, учитывающих наряду с приведенными факторами зону обслуживания, состояние ремонтно-эксплуатационной базы, формы и методы организации технического сервиса, производственно-хозяйственные связи производителей и потребителей техники и др.

В настоящее время при переходе к рыночным отношениям в России в самых различных отраслях и сферах остались тысячи предприятий, занимающихся предоставлением работ и услуг по техническому сервису машин и оборудования. Многие из них пытаются устанавливать с заводами — изготовителями техники прямые связи и отношения, стараясь стать их официальными дилерами. При этом основным направлением их совместной деятельности с заводами-изготовителями является увеличение объемов продаж машин и оборудования, запасных частей и ремонтно-технических материалов. Как показывают опросы потребителей техники, уровень качества отечественной техники, к сожалению, не повысился, а снизился, поскольку современных дилеров, как и производителей техники, интересует только увеличение объемов сбыта машин и оборудования. В результате объемы производства и реализации отечественной техники остаются на низком уровне, обеспечивая загрузку производственных мощностей и производителей техники и предприятий технического сервиса на 5...10 %.

Снижение объемов производства отечественных машин и оборудования повлекло, несмотря на проявление и усиление конкуренции на рынке техники, дальнейшее снижение уровня качества продукции машиностроения. Это явилось следствием того, что резко и значительно снизились уровни концентрации, специализации и кооперации производства. В результате этого существенно ухудшились условия обеспечения качества машиностроительной продукции. Благодаря этим трем факторам (концентрации, специализации и кооперации) производства машиностроительные предприятия обоснованно могли наращивать производственные мощности, применять высокопроизводительное и высокоточное технологическое оборудование, прогрессивные формы и системы обеспечения и стимулирования повышения качества продукции практически без увеличения ее производственной себестоимости.

Приведенные факторы, характеристики и параметры зависят от уровня качества отечественных технологических машин и оборудования.

Уровень качества техники определяет ее конкурентоспособность на российском и мировом рынках. По большинству типов и марок машин отечественного производства этот уровень существенно ниже уровня техники, поставляемой на российский рынок технологически развитыми странами.

Глубокий ретроспективный анализ развития машиностроения и повышения качества техники позволил установить прямую зависимость улучшения качества выпускаемых машин от применения прогрессивных форм и методов организации производства, уровня его концентрации, специализации и кооперации. Именно эти организационно-технологические аспекты и факторы определяют технологические возможности повышения качества продукции машиностроения зарубежных производителей [12–15].

Существует мнение, что к высшему мировому уровню качества рано или поздно придет и российское машиностроение. Рынок, рыночная конкуренция заставят предприятия машиностроения выпускать технику, технологические машины и оборудование мирового уровня качества. Только остается под большим вопросом — когда это произойдет? Страна работает в условиях рыночных отношений без малого три десятилетия. Но как свидетельствуют результаты опросов потребителей техники, качество ее не только не повысилось, а ухудшилось. Ведущие мировые производители высококачественной техники шли к современному достигнутому уровню качества почти полтора столетия, причем все время работая в условиях нормальных рыночных отношений и рыночной конкуренции.

Организационно-технологической основой машиностроительного производства за рубежом является фирма. Главным преимуществом фирменной производственно-технологической системы является то, что она обеспечивает управление не только производством (как российские заводы-изготовители) машиностроительной продукции, но и всеми процессами от идеи по созданию машины до ее списания и утилизации. Практическая реализация этих задач позволяет зарубежным фирмам стабильно обеспечивать максимально конкурентоспособный уровень качества выпускаемых технологических машин и оборудования, а также оценить эффективность функционирования в направлении обеспечения и повышения качества выпускаемой продукции машиностроения всех структур фирменной производственно-технологической системы на всех этапах жизненного цикла машины: проектирования, конструирования, изготовления, эксплуатации, утилизации или использования на вторичном рынке. Используя полученную информацию, зарубежные фирмы управляют параметрами надежности машин, чтобы предоставить диле-



рам определенные возможности по реализации услуг технического сервиса, запасных частей и ремонтно-технических материалов фирмы.

Российские заводы — изготовители машин и оборудования и их составных частей вместо инновационных технологий и технических средств продолжают использовать устаревшие, пренебрегая перспективными организационно-технологическими разработками, способными обеспечить требуемый конкурентоспособный уровень качества продукции и на имеющемся технологическом оборудовании. Несмотря на наличие большого числа инновационных разработок, обеспечивающих высокое качество техники: использование новых конструкционных материалов, приемов, методов, технологий и технических средств их реализующих — они практически не применяются, остаются невостребованными. Из 35...40 тыс. изобретений и патентов, ежегодно регистрируемых в стране, только 7...9 % находят применение в реальном массовом производстве. В то время как в зарубежных высокоразвитых экономиках уровень использования машиностроительными фирмами патентов превышает 24...46 %. Это указывает на отсутствие в России производителей машин и оборудования, реально заинтересованных в повышении качества своей продукции до уровня лучших мировых аналогов. Уровень качества выпускаемых машин и оборудования за последние 20–40 лет практически не изменился, показатель безотказности — наработка на отказ остается на уровне начала 1980-х годов. Разработки многих НИИ и вузов, изобретения и патенты остаются невостребованными — нет реального потребителя инновационной научно-технической продукции. Сложившаяся ситуация указывает на необходимость экстренной реорганизации существующей системы производства в машиностроении [14–16].

Целью организационно-технологических исследований по данному направлению на ближайшую и долгосрочную перспективу является всемерное повышение качества техники, машин и оборудования до уровня лучших мировых аналогов на основе разработки и внедрения фирменной системы производства и обеспечения инженерно-технологического сопровождения продукции машиностроения на всех этапах жизненного цикла. Реализация данной цели, базируясь на ранее полученных результатах мониторинга и оценки исследования реальных процессов организации производства и использования машин, требует решения следующих основных задач.

1. Определение условий, факторов и направлений организационно-технологического прорыва в машиностроении.
2. Разработка принципиальной схемы и концепции формирования и функционирования фирменной производственно-технологической системы.

3. Разработка и внедрение механизмов и методик организации и регулирования взаимоотношений в фирменной производственно-технологической системе машиностроения и стимулирования повышения качества техники до мирового уровня.

4. Разработка и внедрение системы комплексной технико-экономической оценки и управления качеством продукции и эффективным функционированием фирменной производственно-технологической системы машиностроения.

**Методы.** Основопологающим требованием проведения организационно-технологических исследований является обеспечение высокой степени точности и достоверности результатов на всех этапах работы. Поэтому в качестве основных методов исследования применялись современные методики обоснования и оптимизации параметров, сбора, систематизации и обработки исходной и статистической информации о процессах производства и использования машин и оборудования по прямому назначению, обеспечению их работоспособности и восстановлению ресурса; исследования и оценки параметров потоков требований на профилактические работы и внезапные отказы; исследования и оценки процессов изнашивания ответственных рабочих поверхностей соединений (сопряжений) деталей машин и оборудования, их узлов и агрегатов; мониторинга и анализа процессов создания машин и их использования, оценки технического состояния и эффективности использования машин и оборудования в условиях реальной эксплуатации при производстве продукции, работ и услуг в соответствии с ГОСТ 18322–78 [9–11].

**Результаты.** Главной задачей при реализации на практике цели исследований — обеспечение конкурентоспособного уровня техники — является восстановление объемов производства машин и оборудования и создание условий системного характера, радикально изменяющих подходы и отношение производителей к качеству выпускаемых машин и оборудования. Выпуск машиностроительной продукции с сегодняшним уровнем качества не только не повысит престиж производителя, но и снизит эффективность производственно-хозяйственной деятельности потребителей техники, что приведет к дальнейшему снижению спроса и цен на машины и оборудование и к снижению эффективности машиностроительного производства. Поэтому целесообразно с самого начала реализации поставленных задач разработать программу (развернутый план) их решения и практического внедрения. Результаты проведенных аналитических исследований, изложенные ранее, позволяют принять следующие этапы и последовательность их реализации.

На начальном этапе необходимо разработать основополагающие принципы (концепция) организации такой производственной системы, которая гарантированно обеспечит достижение намеченной цели решением поставленных задач. Как показывает мировой опыт, наиболее целесообразной и эффективной в условиях рыночной конкуренции является фирменная производственно-технологическая система (рис. 3).

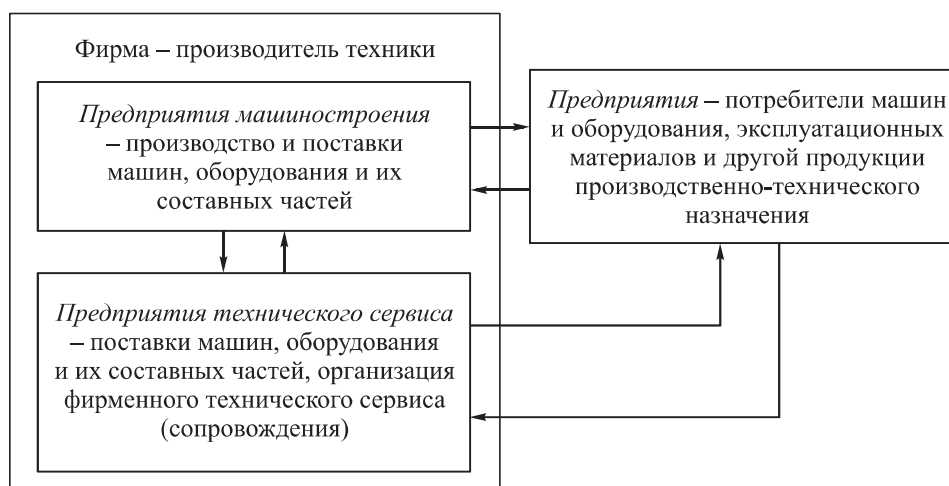


Рис. 3. Организация технического сервиса продукции фирмы

Основными преимуществами такой системы перед другими производственными системами являются самоорганизация и адаптация к конкретным рыночным условиям и ситуациям, а также оперативное реагирование на изменение рыночной конъюнктуры, наличие прямых связей с потребителями, концентрация и интеграция усилий для решения наиболее важных в конкретный момент задач и проблем, для обеспечения комплексности и системности при соблюдении мирового уровня качества машин и оборудования на всех этапах жизненного цикла. Именно использование фирменной системы организации производства ведущих производителей техники обеспечило массовое эффективное производство для всего мира высококачественной продукции машиностроения.

Полученные результаты однозначно указывают на острую необходимость радикального повышения качества отечественной продукции машиностроения. Без решения проблемы повышения качества невозможно решить проблемы конкурентоспособности и инновационного развития машиностроения, осуществить диверсификацию и технологическую модернизацию производства, обеспечить ресурсосбережение и т. д. Это требует принципиального изменения, реорганизации существующей системы про-

изводства. Учитывая мировой опыт инновационного развития машиностроения, можно сделать вывод о целесообразности и необходимости реорганизации существующей организации производства и перехода на фирменные производственно-технологические системы. Фирмы способны сконцентрировать и обеспечить управление качеством продукции на всех этапах жизненного цикла технологических машин и оборудования — от идеи создания до утилизации, в том числе эксплуатации [13–15].

Основным преимуществом фирменных производственно-технологических систем на этапах проектирования и конструирования машин является концентрация и интеграция усилий проектных и конструкторских организаций для получения максимально объективных требований к разрабатываемой машине как со стороны потребителя, так и производителя в плане унификации изделий, применения новых технологий и технических средств, позволяющих обеспечить не только повышение производительности, но и качества, себестоимости производства техники. На этом этапе появляется дополнительная возможность повышения качества изделий за счет ужесточения полей допусков размеров, уменьшения шероховатости поверхностей, повышения точности расположения геометрических поверхностей, применения высокоточных средств измерения и др. Повышение точности изготовления изделий в совокупности с упрочнением изнашивающихся рабочих поверхностей деталей ответственных соединений, как показывает практика существующего ремонтного производства, обеспечивает увеличение в 2,5–4 раза ресурса, долговечности этих сопряжений. В направлении повышения точности изготовления, увеличения их ресурса целесообразно пересмотреть все основные узлы и агрегаты машин. Проведение этой работы позволит обеспечить уже на первом этапе работы безотказность машин на уровне действующих нормативов.

Для ускоренного и эффективного решения проблемы повышения качества техники срочно требуется не только финансовая государственная помощь, но и участие государства в реализации этого проекта. Государство, обладая имеющимися инновационными научными разработками и опытом, должно регулировать и стимулировать повышение качества техники. Приняв за основу полученные результаты настоящих организационно-технологических исследований, необходимо на государственном уровне определить в качестве приоритетного направления развития машиностроения «повышение качества продукции производственно-технического назначения до уровня лучших мировых аналогов и выше», разработать законодательно-правовую базу, основополагающие принципы и механизмы решения проблемы.

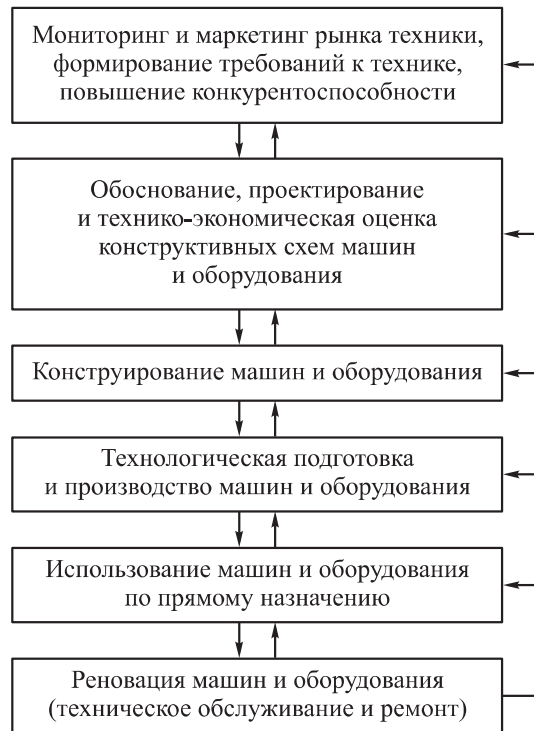
Законодательно-правовая база должна включать в себя законы о защите прав потребителей техники, о фирменном инженерно-техническом сопровождении (обеспечении) использования машин по прямому назначению, о ценообразовании на технику мирового уровня качества, о критериях оценки качества и эффективности техники и др. Все они могут быть объединены в едином законе «о повышении качества продукции производственно-технического назначения до уровня лучших мировых аналогов на основе реорганизации предприятий машиностроения в фирменные производственно-технологические системы и организации фирменного инженерно-технического сопровождения своей продукции».

Организационно-технологические основы и организационно-экономические механизмы призваны обеспечить формирование инновационных систем, их оптимальное функционирование и обоснование производственно-технологических и экономических параметров, взаимоотношения между всеми участниками систем, критерии и методы оценки деятельности, ориентируя при этом все действия систем машиностроения на максимальное повышение качества продукции. Стимулируя таким образом выпуск конкурентоспособной техники, дотируя машиностроительное производство для выпуска техники мирового уровня качества, государство создает условия для его ускоренного инновационного развития.

На данном этапе важно определить направления и степень диверсификации производства. Наиболее целесообразным является расширение сферы деятельности фирмы — производителя техники в направлении развития технологической специализации в сфере инженерно-технологического сопровождения выпускаемых ею машин и оборудования на всех этапах их жизненного цикла.

Управление процессами проектирования, конструирования, изготовления и эксплуатации машин для оперативного влияния на качество продукции возможно только в рамках единой производственно-технологической системы, которой является фирма-производитель. При этом все инновационные решения, закладываемые на первых этапах жизненного цикла, будут оперативно контролироваться и корректироваться в процессе эксплуатации машин в реальных производственных условиях (рис. 4).

Обеспечение фирменного инженерно-технического сопровождения целесообразно возложить на фирменную систему технического сервиса. При использовании существующего ремонтно-обслуживающего производства в качестве фирменной системы технического сервиса необходимо предварительно скорректировать цели и задачи ее функционирования, критерии оценки деятельности. Для этого могут использоваться существующие



**Рис. 4.** Организация фирменного инженерно-технологического сопровождения продукции машиностроения

ющие специализированные ремонтно-обслуживающие производства и подразделения потребителей техники, машин и оборудования, которые могут входить в состав машиностроительных фирм в качестве зависимых или независимых их технических представителей [2, 13].

При этом принципиально меняется круг функций, выполняемых фирменной системой технического сервиса. Наряду с выполнением работ и услуг по техническому сервису, поставкам запасных частей, ремонтно-технических материалов и других ресурсов для обеспечения работоспособности парка технологических машин и оборудования, на них должны быть возложены функции мониторинга, маркетинга, контрольно-испытательные (в условиях рядовой эксплуатации) и экспериментально-исследовательские, а также все функции, которые обеспечивают получение достоверной информации о достигнутом уровне качества машин и оборудования, их ответственных деталей, узлов, агрегатов (скоростях изнашивания рабочих поверхностей, целесообразных способах восстановления работоспособности, повышении ресурса составных частей); подготовке аналитических отчетов, предложений, рекомендаций по всем аспектам повышения качества, надежности и эффективности машин; постоянной оперативной связи со специ-

альными структурами и службами фирмы-производителя по решению возникающих текущих и перспективных вопросов.

Для этого в составе фирмы формируются маркетинговые, проектные, конструкторские, производственные, инженерно-технологические и другие структуры, усилия которых должны быть объединены и сконцентрированы на решении проблем качества. Фирма непосредственно управляет и контролирует все процессы создания и потребления своей продукции. Обеспечивает не только проведение мониторинга этих процессов, но и их постоянное совершенствование, повышает их стабильность и эффективность. Осуществляет сбор, систематизацию и обработку информации, начиная с определения потребностей реального производства и требований потребителей к технике, ее техническому уровню, качеству изготовления, надежности и эффективности, к параметрам надежности, периодичности профилактических работ по техническому сервису и наработкам на отказы, ремонтпригодности и другим факторам в реальных производственных условиях эксплуатации. В целях повышения ресурса машины фирма устанавливает требования к качеству изготовления ответственных рабочих поверхностей по точности размеров и предельным отклонениям полей допусков, шероховатости поверхностей, их геометрического расположения и другим параметрам; определяет фактические скорости изнашивания ответственных рабочих поверхностей соединений (сопряжений).

**Оценка полученных результатов.** Одновременно с изменением функций существующих систем технического сервиса должны быть изменены и критерии оценки их деятельности. Главным оценочным показателем вместо объемов выполняемых работ и затрат на технический сервис должны стать показатели надежности — исправность (готовность) и безотказность (наработка на отказ). Имеющийся опыт отдельных предприятий транспорта и сельскохозяйственного производства показывает, что уже на первом этапе реализации эти меры в комплексе позволяют увеличить в 3–5 раз наработку на отказ и до 0,85–0,87 коэффициент готовности парка технологических машин и оборудования предприятия [16–18].

Повышение качества и эффективности техники обеспечивает не только рост ее конкурентоспособности и престиж России, но и ресурсосбережение. Во-первых, высоконадежной техники потребуется значительно (на 30...40 %) меньше; увеличение ресурса машин пропорционально улучшает показатели эффективности использования производственно-технических ресурсов. Во-вторых, снижение простоев технологических машин и оборудования по техническим причинам уменьшает издержки и потери потребителей при производстве продукции, работ и услуг. В третьих,

переход структур системы технического сервиса на новые критерии оценки деятельности (исправность и безотказность) обеспечивает экономию 20...25 % производственных ресурсов (энергии, запчастей, РТМ и др.).

**Основные выводы и предложения.** Основными недостатками, тормозящими инновационное развитие машиностроительного производства и машинно-технологичных отраслей, являются следующие:

- неконкурентоспособный уровень качества продукции машиностроения, многократно снижающий потребительский спрос на отечественную технику в условиях рынка и конкуренции;
- снижение объемов производства отечественных машин и оборудования ниже критического уровня;
- наличие существующей организации машиностроительного производства, незаинтересованной в серьезном повышении качества продукции, являющегося основой прорыва.

Необходимо реорганизовать существующие заводы-изготовители в фирменные производственно-технологические системы (фирмы).

Целесообразно обеспечить участие и управление фирмы в повышении качества выпускаемой техники на всех этапах жизненного цикла.

Определить направления диверсификации производства, положив в основу расширение и углубление технологической специализации производства и сферы инженерно-технологического обеспечения машиноиспользования.

Определить целесообразные критерии оценки деятельности всех структур фирмы, обеспечивающие повышение качества технологических машин и оборудования до уровня лучших мировых аналогов.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Черноиванов В.И., Северный А.Э., Кушнарев Л.И. и др. Проблемы технического сервиса в АПК России. М., ГОСНИТИ, 2000.
- [2] Колобов А.А., Омельченко И.Н., ред. Стратегическое управление организационно-экономической устойчивостью фирмы. М., Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001.
- [3] Кушнарев Л.И., Чепурина Е.Л., Чепурин А.В. и др. Качество и надежность отечественной техники — основа ее конкурентоспособности. *Тракторы и сельхозмашины*, 2015, № 11, с. 35–37.
- [4] Кушнарев Л.И., ред. Модернизация системы технического сервиса агропромышленного комплекса. М., МЭСХ, 2015.
- [5] Черепанов Е.С., Агафонов Н.И., Михлин В.М. и др. Концепция развития инженерно-технического сервиса фермерских хозяйств (рекомендации). М., ГОСНИТИ, 1992.



- [6] Черепанов Е.С., Липкович Э.И., Агафонов Н.И. и др. Концепция эффективного использования сельскохозяйственной техники в рыночных условиях (рекомендации). М., ГОСНИТИ, 1993.
- [7] Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве. М., ГОСНИТИ, 1985.
- [8] Кряжков В.М. Повышение надежности и долговечности машин регионального машиностроения. *Труды ГОСНИТИ*, 2010, т. 105, с. 17–21.
- [9] Планово-предупредительная система ТО и ремонта машин и оборудования. М., Машиностроение, 2001.
- [10] Проников А.С. Параметрическая надежность машин. М., Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.
- [11] Стопалов С. Надежность тракторов. Причины отказов. *Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт*, 2011, № 11, с. 32–37.
- [12] Голубев И.Г., Быков В.В., Митракова В.Д. и др. Организация и развитие фирменного технического сервиса машин и оборудования для АПК. М., Росинформ-агротех, 2000.
- [13] Костромина М.В., Ласточкин Д.М. Организация фирменного технического сервиса машин в АПК. *Инженерные кадры — будущее инновационной экономики России*, 2015, № 1-1, с. 59–61.
- [14] Кушнарев Л.И. Фирменный технический сервис машин и оборудования. Проблемы. Поиски. Решения. Saarbrücken, Academic Publ., 2014.
- [15] Кушнарев Л.И. К проблеме импортозамещения и конкурентоспособности техники. *Труды ГОСНИТИ*, 2016, т. 123, ч. 1, с. 79–85.
- [16] Кушнарев С.Л. Принципы организации фирменного обслуживания сельскохозяйственной техники. *Ремонт, восстановление, модернизация*, 2004, № 1, с. 35–37.
- [17] Чепурина Е.Л. Состояние организации технического сервиса машин и оборудования животноводства. *Международный технико-экономический журнал*, 2013, № 4, с. 61–66.
- [18] Чепурина Е.Л., Кушнарев Л.И. Роль и место производителей сельхозтехники в фирменном техническом сервисе. *Техника и оборудование для села*, 2013, № 7, с. 38–40.

**Кушнарев Леонид Иванович** — д-р техн. наук, профессор кафедры «Технологии обработки материалов» МГТУ им. Н.Э. Баумана (Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1).

**Просьба ссылаться на эту статью следующим образом:**

Кушнарев Л.И. Состояние и перспективы развития машиностроения. *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение*, 2020, № 4, с. 61–80.

DOI: <https://doi.org/10.18698/0236-3941-2020-4-61-80>

---

## DEVELOPMENT OF MECHANICAL ENGINEERING: STATE AND PROSPECTS

L.I. Kushnarev

kushnarevl@bmstu.ru

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

---

### Abstract

The paper seeks to intensify innovation-driven development of Russian mechanical engineering enterprises and industries. The results of combined administrative and technological investigations unambiguously indicate the necessity and feasibility of restructuring the existing industrial system into large mechanical engineering companies and complexes. Integrating the efforts of every company department should ensure maintaining a competitive quality level and restoring the volume of engineering production, diversifying and modernising the manufacturing processes. Practical implementation of the investigation results in terms of substantiating the directions and steps involved in innovation-driven development will ensure not only high efficiency of introducing them into mechanical engineering and machine utilisation, but also the desired technological breakthrough in production, science and education

### Keywords

*Competitiveness, quality, reliability, company, proprietary technical service, product support*

Received 29.04.2019

Accepted 11.10.2019

© Author(s), 2020

---

### REFERENCES

- [1] Chernoiivanov V.I., Severnyy A.E., Kushnarev L.I., et al. Problemy tekhnicheskogo servisa v APK Rossii [Problems of technical service in Russian agricultural sector]. Moscow, GOSNITI Publ., 2000.
- [2] Kolobov A.A., Omelchenko I.N., eds. Strategicheskoe upravlenie organizatsionno-ekonomicheskoy ustoychivost'yu firmy [Strategic management of company organizational and economic sustainability]. Moscow, Bauman MSTU Publ., 2001.
- [3] Kushnarev L.I., Chepurina E.L., Chepurin A.V., et al. Quality and reliability of domestic machinery as the basis of its competitiveness. *Traktory i sel'khoz mashiny*, 2015, no. 11, pp. 35–37 (in Russ.).
- [4] Kushnarev L.I., ed. Modernizatsiya sistemy tekhnicheskogo servisa agropromyshlennogo kompleksa [Technical service system modernization in agro-industrial complex]. Moscow, MESKh Publ., 2015.
- [5] Cherepanov E.S., Agafonov N.I., Mikhlin V.M., et al. Kontseptsiya razvitiya inzhenerno-tekhnicheskogo servisa fermerskikh khozyaystv (rekomendatsii) [Development

concept for farms engineering services (recommendations)]. Moscow, GOSNITI Publ., 1992.

[6] Cherepanov E.S., Lipkovich E.I., Agafonov N.I., et al. Kontsepsiya effektivnogo ispol'zovaniya sel'skokhozyaystvennoy tekhniki v rynochnykh usloviyakh (rekomendatsii) [Effective use concept of agricultural technology in market conditions (recommendations)]. Moscow, GOSNITI Publ., 1993.

[7] Kompleksnaya sistema tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta mashin v sel'skom khozyaystve [Comprehensive system of machines maintenance and repair in agriculture]. Moscow, GOSNITI Publ., 1985.

[8] Kryazhkov V.M. Improving reliability and durability of regional machinery machines. *Trudy GOSNITI*, 2010, vol. 105, pp. 17–21 (in Russ.).

[9] Planovo-predupreditel'naya sistema TO i remonta mashin i oborudovaniya [Scheduled system of machinery and equipment maintenance and repair]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2001.

[10] Pronikov A.S. Parametricheskaya nadezhnost' mashin [Parametric reliability of machines]. Moscow, Bauman MSTU Publ., 2002.

[11] Stopalov S. Reliability of tractors. Causes of failure. *Sel'skokhozyaystvennaya tekhnika: obsluzhivanie i remont*, 2011, no. 11, pp. 32–37 (in Russ.).

[12] Golubev I.G., Bykov V.V., Mitrakova V.D., et al. Organizatsiya i razvitie firmennogo tekhnicheskogo servisa mashin i oborudovaniya dlya APK [Organization and development of corporate technical machines and equipment service in agricultural sector]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2000.

[13] Kostromina M.V., Lastochkin D.M. [Organization of branded technical service for machines in agro-industrial complex]. *Inzhenernye kadry — budushchee innovatsionnoy ekonomiki Rossii* [Engineering personnel — the future of Russian innovative economy], 2015, no. 1-1, pp. 59–61 (in Russ.).

[14] Kushnarev L.I. Firmennyy tekhnicheskyy servis mashin i oborudovaniya. Problemy. Poiski. Resheniya [Branded technical service for machines and equipment. Problems. Research. Solutions]. Saarbrucken, Academic Publ., 2014.

[15] Kushnarev L.I. To the problem of import substitution and competitiveness technology. *Trudy GOSNITI*, 2016, vol. 123, p. 1, pp. 79–85 (in Russ.).

[16] Kushnarev S.L. Organization principles of corporate service for agricultural equipment. *Remont, vosstanovlenie, modernizatsiya* [Repair, Reconditioning, Modernization], 2004, no. 1, pp. 35–37 (in Russ.).

[17] Chepurina E.L. State of the organization of technical service and machinery livestock. *Mezhdunarodnyy tekhniko-ekonomicheskyy zhurnal* [The International Technical-Economic Journal], 2013, no. 4, pp. 61–66 (in Russ.).

[18] Chepurina E.L., Kushnarev L.I. Role and place of agricultural machinery in a company's technical service. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela* [Machinery and Equipment for Rural Area], 2013, no. 7, pp. 38–40 (in Russ.).

**Kushnarev L.I.** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Department of Material Processing Technologies, Bauman Moscow State Technical University (2-ya Baumanskaya ul. 5, str. 1, Moscow, 105005 Russian Federation).

**Please cite this article in English as:**

Kushnarev L.I. Development of mechanical engineering: state and prospects. *Herald of the Bauman Moscow State Technical University, Series Mechanical Engineering*, 2020, no. 4, pp. 61–80 (in Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.18698/0236-3941-2020-4-61-80>

В Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана  
вышла в свет монография авторов  
**А.Е. Бром, В.М. Картвелишвили,**  
**И.Н. Омельченко**

**«Теория и практика  
моделирования динамики  
экономических систем  
в промышленности»**

Исследованы актуальные научные проблемы моделирования динамических процессов в экономических системах. Изложены основы моделирования динамики производственно-сбытовых и социально-психологических процессов взаимодействия экономических субъектов. Представлены разработанные авторами динамические модели, отражающие различные аспекты функционирования экономических систем в промышленности. Проанализированы прикладные аспекты использования инструментов системной динамики и агентного моделирования для исследования мультиагентного взаимодействия и проблем внедрения современных технологий цифрового производства.

**По вопросам приобретения обращайтесь:**  
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1  
+7 (499) 263-60-45  
[press@bmstu.ru](mailto:press@bmstu.ru)  
<https://bmstu.press>

