

УДК 69.002.5:504.05

ЭРГОНОМИЧНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ — ФАКТОРЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

А.А. Волков, З.Р. Тускаева*

*Научный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ),
129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26;*

**Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)
(СКГМИ (ГТУ)), 362021, г. Владикавказ, ул. Николаева, д. 44*

Аннотация. Проведенный анализ выпускаемой и используемой отечественной строительной техники показал, что ее самым серьезным недостатком остается недоучет требований эргономики и экологической безопасности. Соблюдение эргономических требований обеспечивает повышение производительности механизированных работ, ведущее к снижению стоимости строительства. Увеличение экологических требований снижает отрицательное воздействие на воздушный бассейн. Полученные результаты говорят о необходимости усовершенствования конструкций строительных машин.

В статье сделаны рекомендации по комплексному решению рассматриваемой проблемы. Предложены мероприятия по повышению экологической безопасности, учету эргономических требований к конструкции строительных машин, механизмы наиболее оптимального развития отечественного строительного машиностроения через разработку и внедрение соответствующих мероприятий.

Ключевые слова: эргономичность строительной техники, экологическая безопасность строительных машин

DOI: 10.22227/1997-0935.2017.3.308-316

ERGONOMIC AND ECOLOGICAL SAFETY — FACTORS NECESSARY TO IMPROVE THE COMPETITIVENESS OF THE DOMESTIC CONSTRUCTION MACHINERY

A.A. Volkov, Z.R. Tuskaeva*

*Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU),
26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation;*

**North Caucasian Institute of Mining and Metallurgical (State Technical University) (NCIMM STU),
44 Nikolaeva str., Vladikavkaz, 362021, Russian Federation*

Abstract. The analysis of output and domestic used construction machinery showed that the most vulnerable link remains a problem of underreporting of ergonomics and environmental safety requirements. Compliance with ergonomic requirements enhances the performance of mechanized operations, leading to a decrease in construction costs. Increased environmental requirements reduce the negative impact on air basin. These results suggest the need to improve the structures of building machines. Made recommendations for a comprehensive solution to the problem. The measures to improve environmental safety, ergonomic design requirements of construction machinery, mechanisms of the optimal development of the domestic construction machinery, through the development and implementation of appropriate measures.

Key words: ergonomic construction machinery, environmental safety of construction machinery

Высокотехнологичный уровень современного строительного производства предъявляет серьезные требования к строительной технике. Одним из наиболее уязвимых мест производимой в стране строительной техники является недоучет требований эргономики и экологической безопасности. Соблю-

дение эргономических требований обеспечивает более точное выполнение операций, приводит к росту производительности механизированных работ и в конечном счете к снижению стоимости строительства; тогда как соблюдение требований экологической безопасности снижает тепловые, газовые, шумовые,

вибрационные и другие загрязнения воздушного бассейна от строительной техники (объем вредных выбросов от используемой строительной и дорожной техники по приблизительным расчетам превышает 68 тыс. т в год [1]).

Правительством РФ был принят «План первоочередных мероприятий по обеспечению устойчивого развития экономики и социальной стабильности в 2015 году», нацеленный на обеспечение устойчивого развития экономики и сохранение социальной стабильности в период неблагоприятной внешнеэкономической и внешнеполитической ситуации [2]. Одним из ключевых направлений обозначена поддержка импортозамещения и экспорта по широкой номенклатуре несырьевых, в т.ч. высокотехнологичных, товаров. Это касается и парка строительной техники.

В условиях импортозамещения, когда под запрет попали многие образцы строительной техники, эта проблема требует неотложного решения [2]. Нельзя не отметить, что отечественное строительное машиностроение развито не настолько, насколько этого требуют современные условия производства и применяемые технологии. К сожалению, многие востребованные образцы техники пока у нас не производятся. Большинство единиц строительной техники уступает зарубежным аналогам по показателям мощности, металлоемкости, производительности, экономичности, эргономике, экологической безопасности [3]. За последние 20 лет произошло значительное уменьшение производства основных видов строительной техники в РФ [4–7] (табл. 1).

Одновременно доля импортных строительных машин, начиная с 1999 г., значительно возросла (табл. 2) с 16,36 до 33,46 %, в среднем — почти в два раза.

Спрос на строительную технику импортного производства диктуется следующими ее преимуществами:

- ресурс списания на 27...30 % выше, чем у отечественных аналогов;
- при меньшей металлоемкости она имеет большую мощность и производительность;
- она существенно превосходит отечественную по показателям норм экологии, эргономики и дизайна.

Масштабы современного строительства требуют организации эффективной эксплуатации строительной техники. Ориентировочные расходы на содержание и использование строительной техники при сооружении объектов достигают 15...20 % от сметной стоимости строительства. Как следствие возрастают требования к производительности работы машин, которая зависит от уровня квалификации машиниста и характеристик эксплуатируемой машины (технических характеристик, металлоконструкций, рабочего оборудования, кабины и др.). Немаловажную роль поэтому играют эргономические требования.

Цель эргономики — создание комфортных условий труда для роста производительности труда. «В наше время интерес к системам «человек – машина» обусловлен тем, что в качестве объектов технического проектирования и конструирования стали все чаще выступать различного рода сложные системы управления производством, транспортом,

Табл. 1. Производство основных видов строительной техники в России в 1990–2011 гг., тыс. шт.

Table 1. Production of the main types of construction equipment in Russia in 1990–2011, thousand items

Вид машин / Equipment type	Год / Year						
	1990	1994	1998	2002	2008	2010	2011
Экскаваторы / Excavating machinery	23,1	6,5	3,2	3,4	5,5	2,1	2,2
Бульдозеры / Bulldozers	14,1	2,2	1,6	1,7	3,1	0,91	1,8
Краны автомобильные / Track cranes	14	5,2	1,0	3,0	6,4	2,8	4,4
Краны башенные / Tower cranes	2,5	0,2	0,03	0,16	0,49	0,62	0,93
Автогрейдеры / Land graders	4,8	1,5	1,5	1,0	1,4	0,9	1,2

Табл. 2. Доля машин зарубежного производства, % (на начало года)

Table 2. % foreign-made equipment (at the beginning of year)

Вид машин / Equipment type	1999	2012
Экскаваторы одноковшовые / Bucket excavators	19,2	54,8
Бульдозеры на тракторах / All-wheel bulldozers	12,2	28,8
Автогрейдеры / Land graders	8,9	19,2
Краны / Cranes:		
Автомобильные / Track cranes	12,0	19,6
Пневмоколесные / Wheel-mounted cranes	27,3	45,7
Гусеничные / Caterpillar cranes	9,4	37,9
Башенные / Tower cranes	9,7	21,0
Скреперы / Road scrapers	32,2	40,7

строительством, эффективность функционирования которых во многом определяется деятельностью человека, включаемого в них в качестве ведущего звена» [1].

Эргономичность дорожно-строительных машин — комплексная характеристика, формируемая на основе отдельных эргономических свойств техники: усвояемости, управляемости, обслуживаемости и обитаемости. Первые три характеризуют технические возможности дорожно-строительной машины. Обитаемость же характеризует биологические параметры искусственно созданной среды, при которой машинисту обеспечиваются комфортные условия труда, сохранение здоровья и высокая работоспособность.

Каждое эргономическое свойство машины, в свою очередь, состоит из ряда комплексных показателей, которые представляют разные, но взаимосвязанные стороны этих свойств (рис. 1). Комплексные эргономические показатели формируются на основе групповых показателей, которые представляют собой совокупность однородных эргономических показателей: физиологических, психологических и психофизиологических, антропометрических и гигиенических [8–11].

Высокие эргономические показатели строительных машин обеспечивают культуру и охрану труда, создают условия для роста производительности труда и надежности работы [12–13].

Усовершенствование конструкции дорожно-строительной машины с точки зрения эргономики предполагает, во-первых, точное знание неудобств существующей конструкции, во-вторых, четкое понимание того, в каком направлении следует ее улучшить. Ответы на эти вопросы можно получить, если в ходе экспериментов провести научно обоснованный анализ, определив недостатки во взаимодействии человека и машины, установив при этом требования, которые данный вид человеческой деятельности предъявляет к техническим средствам и психофизиологическим свойствам [1].

Проведенный опрос машинистов-экскаваторщиков разрядов 5 и 6, крановщиков разряда 6 по отдельным эргономическим показателям используемой строительной техники отечественного и зарубежного производства свидетельствует об осязательном превосходстве зарубежных образцов над отечественными в вопросах соблюдения гигиенических, антропометрических и физиологических требований к конструк-

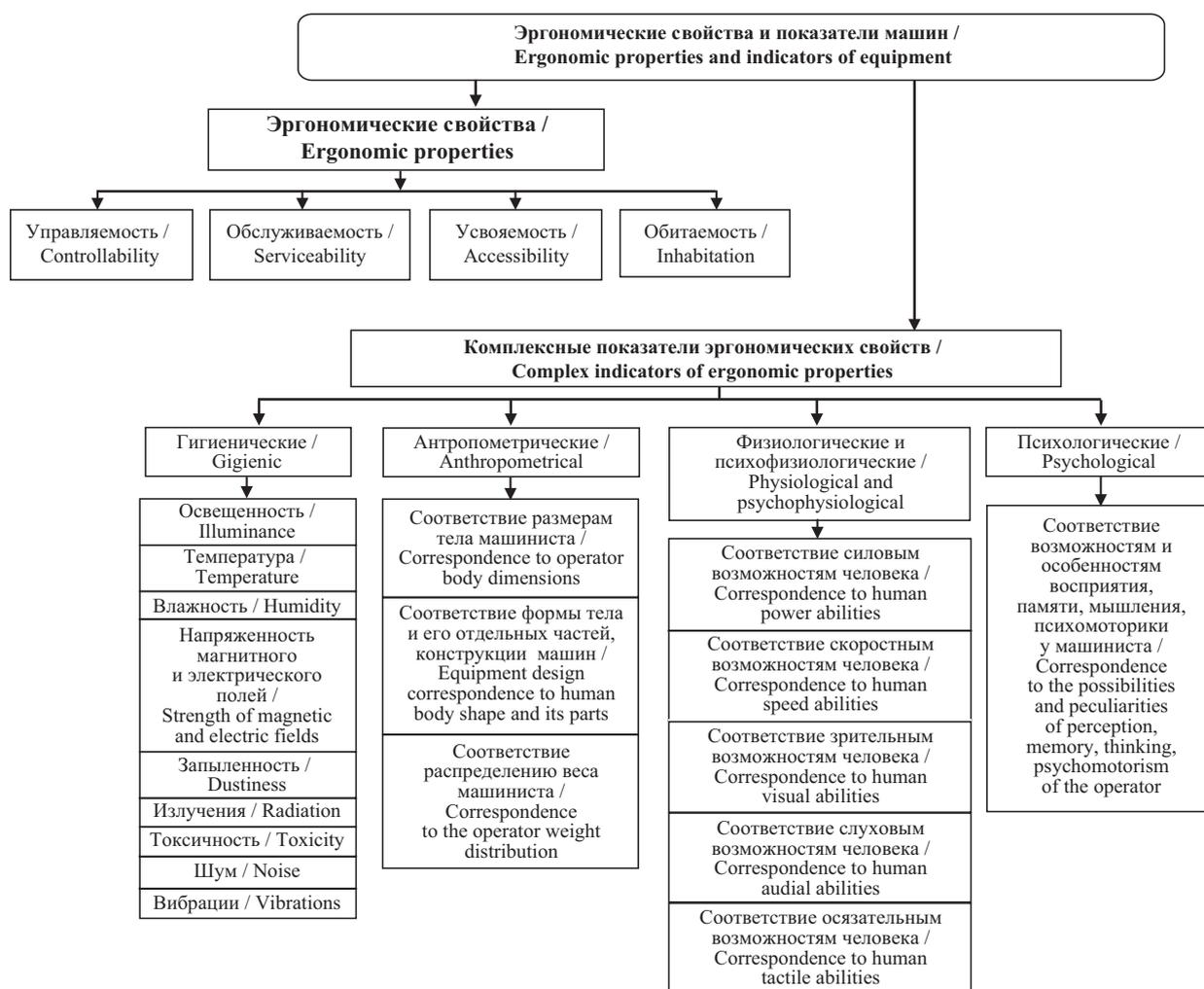


Рис. 1. Целостная эргономическая характеристика строительных машин

Fig. 1. Integral ergonomic characteristics of construction equipment

ции строительных машин. Результаты обработки опросных листов сведены в табл. 3.

Другая проблема отечественных образцов строительной техники — сниженные требования к экологической безопасности.

Экологическая безопасность строительной техники — совокупность свойств, обеспечивающих минимальный уровень вредного воздействия на окружающую среду, основанный на экономии материальных и энергетических ресурсов. В соответствии с международными стандартами экологическая безопасность строительной техники, как и

любой другой разновидности промышленной продукции, должна оцениваться с учетом полного жизненного цикла [14].

Стадии жизненного цикла строительной техники представлены на рис. 2.

Оценка по методу полного жизненного цикла включает этапы, обозначенные на рис. 3.

Суть оценки экологической безопасности по полному жизненному циклу состоит в комплексном подходе к эффективности эксплуатационных, конструкционных, технологических и других проводимых мероприятий [15–17].

Табл. 3. Результаты опроса машинистов об удовлетворении образцов техники эргономическим показателям, процент от числа опрошенных

Table 3. The results of the operator surveys on the corresponding the equipment to ergonomic indicators, % of the number of respondents

Показатель / Indicator	Для отечественных образцов / Russian equipment	Для зарубежной техники / Foreign-made equipment
Соответствие уровню / Correspondence to level of: освещенности / illuminance	78	98
температуры / temperature	62	96
токсичности / toxicity	58	93
шумоизоляции / noise insulation	57	91
вибрации / vibration	55	87
запыленности / dust	57	88
Соответствие размерам тела машиниста / Correspondence to operator body dimensions	71	95
Соответствие силовым возможностям / Correspondence to operator power abilities	74	91
Соответствие скоростным возможностям / Correspondence to operator speed abilities	76	96

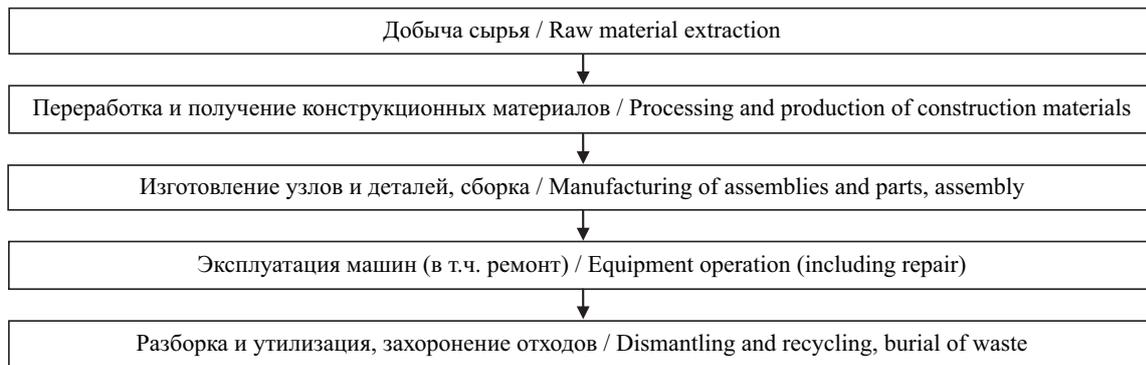


Рис. 2. Стадии жизненного цикла строительной техники

Fig. 2. Stages of the life cycle of construction equipment

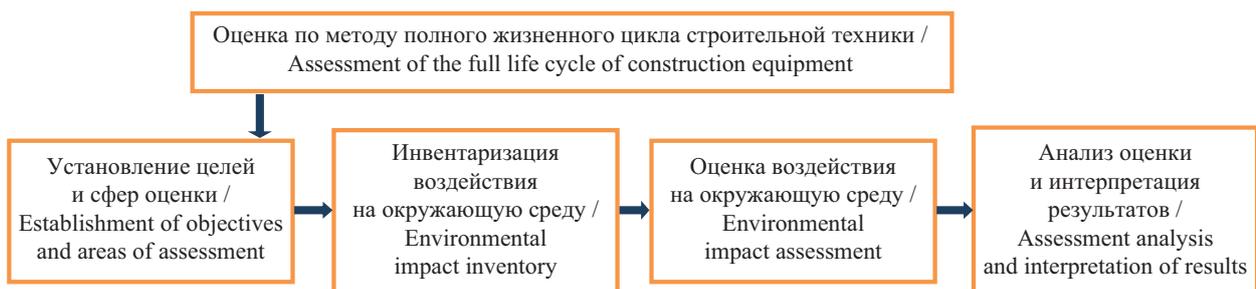


Рис. 3. Этапы оценки жизненного цикла единиц строительной техники

Fig. 3. Stages of an assessment of a life cycle of construction equipment units

Экологическая безопасность как комплексный показатель должна быть отражена соответствующими оценочными измерителями: одиночными, групповыми, обобщенными, интегральными. В результате образуется иерархическая структура измерителей, которая дает полное представление об экологической безопасности строительной машины [14–16].

Система регламентирования групповых свойств, показателей, методов их оценки, закрепленная в виде нормативно-технической документации (международные стандарты, ГОСТ, ОСТ, РД, ТУ и пр.), формировалась достаточно продолжительное время. Но тем не менее вопрос комплексной безопасности пока еще недостаточно решен.

Как показывает практика, в современных образцах строительной техники не в полной мере использованы возможности снижения выбросов сажи, свинца, продуктов коррозии.

Наиболее эффективным средством снижения вредных выбросов в атмосферу считается внедрение комплекса мероприятий по антитоксичности, в числе которых можно назвать системы нейтрализации и фильтрации отработанных газов, использование альтернативных источников энергии.

Для частичного решения проблемы выбросов можно предложить реализацию следующих мер:

- установление более жестких норм на выбросы;
- разработка дополнительного стандарта на выбросы при низких температурах окружающей среды ($-7\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- усиление требований к обязательному наличию на автомобиле системы встроеной диагностики;
- введение процедуры обязательной эксплуатационной проверки соответствия требованиям.

Анализируемый перечень нормативных документов говорит о том, что нормируются практически все виды контроля экологической безопасности, но

практика показывает, что требуется конкретизация и ужесточение отдельных норм.

Политика в этой области должна опираться на следующие основополагающие принципы:

- удовлетворение потребностей в строительной технике не должно приводить к негативному воздействию такого уровня, которое ставит под угрозу состояние воздушного бассейна;
- принятие решений в области проектирования и эксплуатации строительной техники должно основываться на системном подходе, учитывающем возможные последствия для окружающей среды.

В качестве мер, снижающих негативное воздействие, можно предложить и разработку технологий, позволяющих снизить потребление невозобновимых ресурсов [14–16]. Это может явиться важнейшим экологическим вызовом отечественному строительному машиностроению.

Основными направлениями развития должны стать:

- модернизация существующих типов двигателей;
- расширение сферы использования биологических энергоносителей.

Очевидно, что улучшение характеристик существующих типов двигателей представляет одну из первоочередных задач. Как отмечают многие исследователи, двигатели внутреннего сгорания имеют крайне низкую эффективность из-за больших потерь теплоты [17–22].

Планка требований к экологической безопасности постоянно растет. Обеспечению экологической безопасности строительной техники может способствовать внедрение системы мероприятий, уже успешно опробованных автотранспортным комплексом. Предлагаемая система мероприятий по обеспечению экологической безопасности строительной техники приведена на рис. 4.

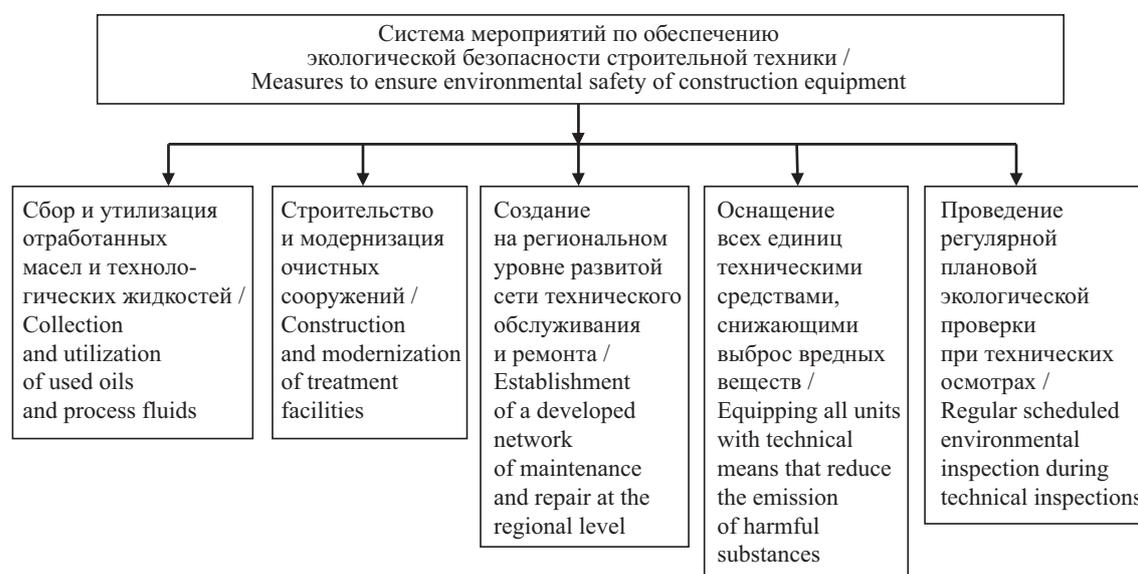


Рис. 4. Система мероприятий по обеспечению экологической безопасности
Fig. 4. Measures to ensure environmental safety

Решение каждой из обозначенных задач в отдельности не сможет дать желаемого эффекта, но, реализуемые комплексно, они могут существенно снизить экологическую нагрузку на окружающую среду.

В целом, автотранспорт и дорожно-строительная техника занимают лидирующее положение по масштабам загрязнения атмосферного воздуха (три четверти суммарных техногенных эмиссий). При этом значительная часть используемой отечественной техники не соответствует последним международным экологическим стандартам. В этих условиях повышение экологичности проектируемой и эксплуатируемой строительной техники — один из путей решения проблемы [23, 24].

Чтобы удовлетворить существующим и перспективным эргономическим и экологическим требованиям, необходима сложная и системная работа разработчиков и эксплуатационников новых моделей техники.

Последние десятилетия машиностроение в Российской Федерации переживает радикальную смену ориентиров, значительно расширяя интегративные процессы в своей структуре. Характеризуя отрасль, можно отметить важные тенденции, определяю-

щие ход дальнейшего ее развития. Одной из основных тенденций на отечественном рынке за период 2007–2014 гг. можно назвать обострившуюся конкурентную борьбу российских предприятий с производителями из-за рубежа. За эти годы, к примеру, бульдозеры китайского происхождения постепенно вытесняли аналогичную отечественную технику и в итоге начали доминировать в низком ценовом сегменте.

В 2015 г. в связи с резкими колебаниями курса валют китайская экспансия ослабла, и теперь мы наблюдаем увеличение доли рынка отечественной продукции. Курс правительства России на активное импортозамещение и наращивание объема экспортных поставок дает дополнительный импульс росту спроса на отечественную технику.

В создавшихся условиях особенно актуально проведение сравнительного анализа программ повышения уровня инвестиционной привлекательности с возможностью его использования предприятиями отечественного строительного машиностроения [25–28].

Рекомендуемый алгоритм наиболее оптимального развития российского строительного машиностроения предложен на рис. 5.

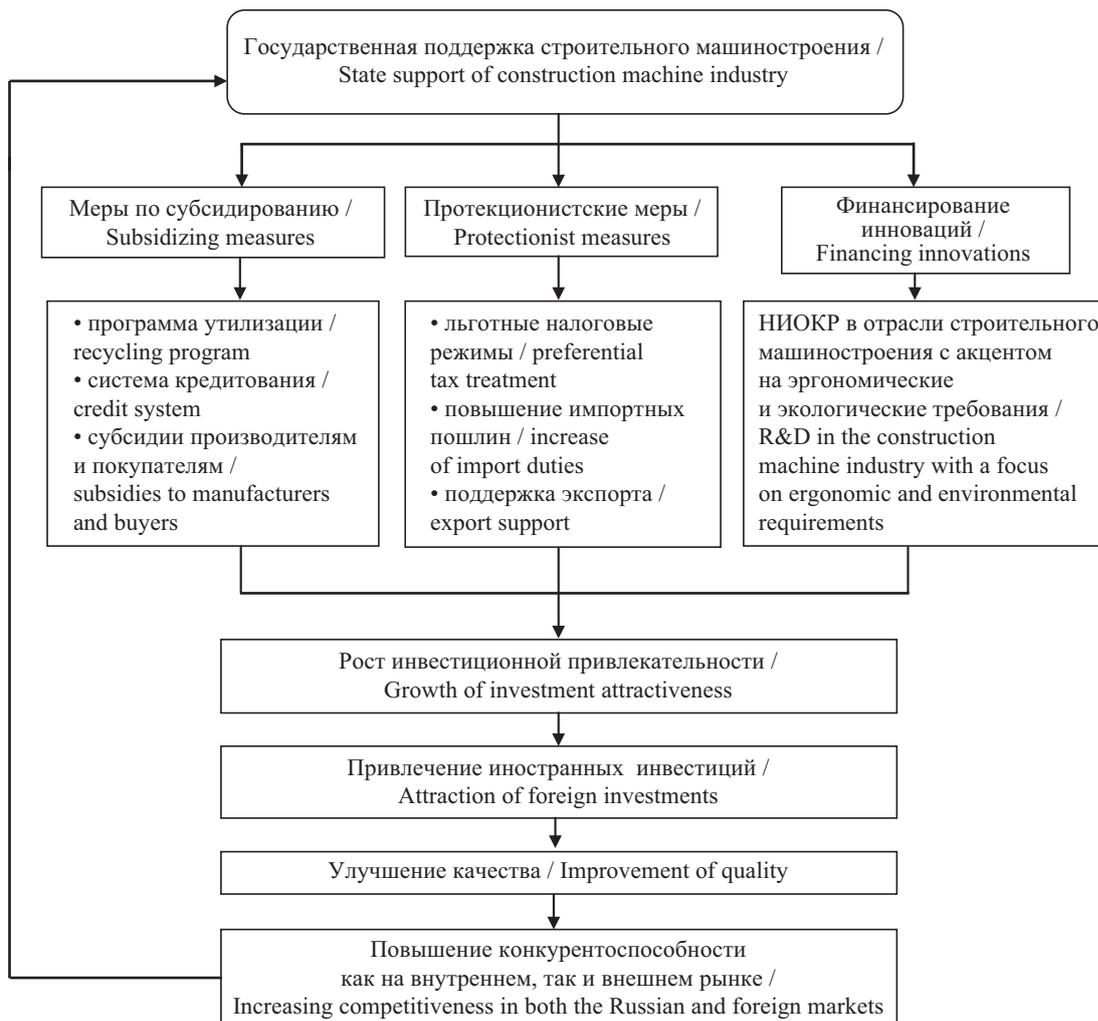


Рис. 5. Развернутый алгоритм развития российского строительного машиностроения
Fig. 5. Unfolded algorithm of the development of Russian construction machine industry

Строительная техника отечественного производства по некоторым параметрам не уступает технике, произведенной в зарубежных странах. Это касается технико-эксплуатационных и технико-экономических показателей, по номенклатуре рабочего органа и ходового устройства. Но, к сожалению, в России проблема, связанная с эргономичностью, пока не решена. Мы уступаем в решении данной проблемы Германии, США, Финляндии, Японии. Получение новых знаний в сфере отношений «человек – машина – среда» крайне важно, особенно для нашей страны [1].

К сожалению, следует отметить, что до настоящего времени не отработана четкая классификация методов исследования в эргономике и экологической

безопасности строительных машин. Подобные исследования должны комплексно осуществляться специалистами разных профессий (экологами, психологами, медиками, биологами, конструкторами и т.д.).

Очевидно одно, что в условиях нарастающего импортозамещения учет эргономических и экологических требований позволит значительно повысить конкурентоспособность отечественной строительной техники, так необходимой современному строительному производству.

Целенаправленная и своевременная политика импортозамещения на многие образцы строительной техники требует детального, научно обоснованного подхода к обозначенной проблеме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вахрушев С.И., Гуриков А.О., Маковецкая К.О. Исследование комплексных эргономических показателей дорожно-строительных машин // Перспективы развития дорожно-строительного комплекса — 2006: Междунар. науч.-техн. конф. Режим доступа: <http://science-bsea.bgita.ru/>.
2. План первоочередных мероприятий по обеспечению устойчивого развития экономики и социальной стабильности в 2015: Утв. распоряжением правительства РФ от 27 января 2015 г. № 98-р // Сайт Правительства Российской Федерации. Режим доступа: <http://government.ru/docs/16639/>.
3. Тускаева З.Р. Управление техническим потенциалом в строительстве. Владикавказ : Терек, 2013. 212 с.
4. Панкратов Е.П., Панкратов О.Е. Проблемы повышения производственного потенциала предприятий строительного комплекса // Экономика строительства. 2015. № 3 (33). С. 4–17.
5. Панкратов Е.П., Панкратов О.Е. Основные фонды строительства: воспроизводство и обновление. М. : Экономика, 2014. 351 с.
6. Репин С.В., Савельев А.В. Механизация строительных работ и проблемы, связанные с использованием строительной техники // Stroit.RU. 28.11.2006. Режим доступа: <http://library.stroit.ru/articles/mehanizm/index.html>.
7. Тускаева З.Р. Техническая оснащенность в строительстве: проблемы и пути совершенствования // Вестник МГСУ. 2015. № 11. С. 90–101.
8. Артоболевский И.И. Механизмы в современной технике: справ. пособие для инженеров, конструкторов и изобретателей: в 7 т. 2-е изд., перераб. М. : Наука, 1981. 1567 с.
9. Дитрих Я. Проектирование и конструирование. Системный подход / пер. с польск. Л.В. Левицкого, Ю.А. Иванова; под ред. В.М. Бродянского. М. : Мир, 1981. 454 с.
10. Тускаева З.Р. Исследование комплексных эргономических показателей отечественной строительной техники // Механизация строительства. 2016. № 4. С. 26–31.
11. Хилл П. Наука и искусство проектирования. Методы проектирования, научное обоснование решений / пер. с англ. Е.Г. Коваленко; под ред. В.Ф. Венды. М. : Мир, 1973. 264 с.
12. Раздорозный А.А. Охрана труда и производственная безопасность. М. : Экзамен, 2006. 510 с.
13. Федорович Г.В. Рациональная эпидемиология профессиональных заболеваний (модели и методы). Saarbrücken : Palmarium Academic Publishing, 2014. 343 с.
14. Кутнев В.Ф., Звонов В.А., Козлов А.В. Оценка экологической безопасности автомобиля по полному жизненному циклу: основные понятия. М. : НАМИ, 1999. 12 с.
15. Дербаремдикер А.Д., Трофименко Ю.В. Правовое обеспечение экологической чистоты автотранспортных средств // Автомобильная промышленность 1992. № 2. С. 6.
16. Якубовский Ю. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды / пер. с польск. Т.А. Бабковой. М. : Транспорт, 1979. 198 с.
17. Дьяченко В.Г., Мацеренко И.П., Бобровский А.В. Двигатели с искровым зажиганием на пороге выбора новых направлений совершенствования // Проблемы конструкции двигателей : сб. науч. тр. НАМИ. М., 1998. С. 12–25.
18. Диоксины: в поисках вывода // Зеленый мир. Экология: проблемы и программы. 1999. № 3 (297). С. 6–9.
19. Зленко М.А., Поляков Л.М., Сонкин В.И. и др. Анализ современных концепций бензинового двигателя с непосредственным впрыском // Проблемы конструкции двигателей : сб. науч. тр. НАМИ. М., 1998. С. 34–53.
20. Мурыгин И.В. Электродные процессы в твердых электролитах. М. : Наука, 1991. 350 с.
21. Фомин В.М., Каменев В.Ф., Абдельсатер Х.И. и др. Проблемы применения биотоплив в дизелях // Проблемы конструкции двигателей : сб. науч. тр. НАМИ. М., 1998. С. 188–193.
22. Brachmann T., Yatabe F. The Natural Gas Honda Civic GX, an Unique Clean Vehicle for today and the 21 “Century // Proc. of NGV-98: The Sixth International Conference & Exhibition on Natural Gas Vehicles. Cologne : IANGV, 1998.
23. Пополов А.С. Солнечный транспорт. М. : Транспорт, 1996. 166 с.
24. Немчинов М.В., Систер В.Г., Силкин В.В. др. Охрана окружающей природной среды при проектировании и строительстве автомобильных дорог. М. : Изд-во АСВ, 2010. 280 с.
25. Кучерявенко С.А., Гревцева О. Сравнительный анализ инвестиционной привлекательности автомобильной промышленности: отечественная и зарубежная практика // Молодой ученый. 2011. Т. 1. № 11. С. 128–132.
26. Тускаева З.Р. Стратегическое планирование как ключевой фактор повышения оснащенности строительной техникой // Глобальный научный потенциал. 2015. № 4 (49). С. 101–105.
27. Tuskava Z.R. Criteria for the building machinery units alternatives // International Journal of Applied Engineering Research. 2016. No. 6. Pp. 4369–4376.
28. Тускаева З.Р. Пути развития технического потенциала в строительстве // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 6. С. 61–65.

Поступила в редакцию в декабре 2016 г.

Об авторах: **Волков Андрей Анатольевич** — доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РААСН, профессор кафедры информационных систем, технологии и автоматизации в строительстве, ректор, **Научный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, 8 (499) 651-81-85, volkov@mgsu.ru;

Тускаева Залина Руслановна — кандидат экономических наук, профессор, заведующий кафедрой строительного производства, **Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет) (СКГМИ (ГТУ))**, 362021, г. Владикавказ, ул. Николаева, д. 44, 8 (867) 240-74-12, tuskaevazalina@yandex.ru; докторант кафедры информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве, **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

Для цитирования: *Волков А.А., Тускаева З.Р. Эргономичность и экологическая безопасность — факторы, необходимые для повышения конкурентоспособности отечественной строительной техники // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. Вып. 3 (102). С. 308–316. DOI: 10.22227/1997-0935.2017.3.308-316*

REFERENCES

1. Vakhrushev S.I., Gurikov A.O., Makovetskaya K.O. Issledovanie kompleksnykh ergonomicheskikh pokazateley dorozhno-stroitel'nykh mashin [Research of Complex Ergonomic Factors of the Road-building Machines]. // Prospects for the development of the road-building sector — 2006: International Scientific and Technical Conference. Available at: <http://science-bsea.bgita.ru/>. (In Russian)
2. Plan pervoocherednykh meropriyatiy po obespecheniyu ustoychivogo razvitiya ekonomiki i sotsial'noy stabil'nosti v 2015: Utverzhden rasporyazheniem pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 27 yanvarya 2015 g. No. 98-r [Top-priority actions plan to ensure sustainable development of the economics and social stability in 2015: Approved by the decree of the Russian Federation Government January 27, 2015. no. 98-r]. Available at: <http://government.ru/docs/16639/>. (In Russian)
3. Tuskaeva Z.R. *Upravlenietekhnicheskimpotentsialom v stroitel'stve* [Technological Capacity Management in Construction]. Vladikavkaz, Terek Publ., 2013. P. 212. (In Russian)
4. Pankratov E.P., Pankratov O.E. Problemy povysheniya proizvodstvennogo potentsiala predpriyatiy stroitel'nogo kompleksa [Problems of Increasing the Productive Capacity of the Construction Enterprises]. *Ekonomika stroitel'stva* [Construction Economics], 2015, no. 3 (33), pp. 4–17. (In Russian)
5. Pankratov E.P., Pankratov O.E. *Osnovnye fondy stroitel'stva: vosproizvodstvo i obnovlenie* [Construction Fixed Assets: Reproduction and Renewal]. Moscow, Ekonomika Publ., 2014, 351 p. (In Russian)
6. Repin S.V., Savel'ev A.V. Mekhanizatsiya stroitel'nykh rabot i problemy, svyazannye s ispol'zovaniem stroitel'noy tekhniki [Construction Works Mechanization and Problems with the Use of Construction Equipment]. *Stroit.RU*. 28.11.2006. Available at: <http://library.stroit.ru/articles/mehanizm/index.html>. (In Russian)
7. *Tuskaeva Z.R. Tekhnicheskaya osnashchennost' v stroitel'stve: problemy i puti sovershenstvovaniya* [Equipment Capability in Construction: Problems and Ways of Improvement]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2015, no. 11, pp. 90–101. (In Russian)
8. Astrobolevskiy I.I. *Mekhanizmy v sovremennoy tekhnike: Spravochnye posobie dlya inzhenerov, konstruktorov i izobretateley : 7 t.* [Mechanisms in Modern Technology: Reference Manual for Engineers, Designers and Inventors]. 2nd edition, redesigned. Moscow, Nauka Publ., 1981, 1567 p. (In Russian)
9. Ditrikh Y. *Proektirovanie I konstruirovaniye. Sistemy podkhod* [Design and Construction. System]. Translated from Polish. Moscow, Mir Publ., 1981, 456 p. (In Russian)
10. Tuskaeva Z.R. Issledovanie kompleksnykh ergonomicheskikh pokazateley otechestvennoy stroitel'noy tekhniki [Investigation of the Complex Ergonomic Factors of the Domestic Construction Equipment]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva* [Construction Mechanization]. 2016, no. 4, pp. 26–31. (In Russian)
11. Hill P. *Nauka i iskusstvo proektirovaniya. Metody proektirovaniya, nauchnoe obosnovanie resheniy* [The Science of Engineering Design]. Translated from English. Moscow, Mir Publ., 1973, 264 p. (In Russian)
12. Razdorozhnyy A.A. *Okhrana truda i proizvodstvennaya bezopasnost'* [Labor Protection and Industrial Safety]. Moscow, Ekzamen Publ., 2006, 510 p. (In Russian)
13. Fedorovich G.V. *Ratsional'naya epidemiologiya professional'nykh zabolevaniy (modeli i metody)* [Rational Epidemiology of the Occupational Diseases (Models and Methods)]. Saarbrücken, Palmarium Academic Publishing, 2014, 343 p. (In Russian)
14. Kutenev V.F., Zvonov V.A., Kozlov A.V. *Otsenka ekologicheskoy bezopasnosti avtomobilya po polnomu zhiznennomu tsiklu : osnovnye ponyatiya* [Environmental Safety Assessment of the Vehicle for a Full Life Cycle: Basic Concepts]. Moscow, NAMI Publ., 1999, 12 p. (In Russian)
15. Derbaremdiker A.D., Trofimenko Yu.V. *Pravovoe obespechenie ekologicheskoy chistoty avtotransportnykh sredstv* [Legal Support of Vehicles Ecological Cleanliness]. *Avtomobil'naya promyshlennost'* [Automobile Industry]. 1992, no. 2, 6 p. (In Russian)
16. Yakubovskiy Yu. *Avtomobil'nyy transport i zashchita okruzhayushchey sredy* [Road Transport and Environmental Protection]. Translated from Polish. Moscow, Transport Publ., 1979, 198 p. (In Russian)
17. D'yachenko V.G., Matserenko I.P., Bobrovskiy A.V. *Dvigateli s iskrovym zazhiganiem naporoge vybora novykh napravleniy sovershenstvovaniya* [Engines with Spark Ignition on the Threshold of the Choice of the New Advance Directions]. *Problemy konstruksii dvigateley: Sbornik nauchnykh trudov NAMI* [Problems of the Engine Design: Collection of Scientific Papers of the Scientific Research Automobile and Automotive Engines Institute]. Moscow, 1998, pp. 12–25. (In Russian)
18. Dioksiny: v poiskakh vyvoda [Dioxins: Search for Conclusion]. *Zelenyy mir. Ekologiya: problem I programmy* [Green World. Ecology: Problems and Programs]. 1999, no. 3 (297), pp. 6–9. (In Russian)
19. Zlenko M.A., Polyakov L.M., Sonkin V.I., et al. *Analiz sovremennykh kontseptsiy benzinovogo dvigatelya s neposred-*

stvennym vpryskom [Analysis of Modern Concepts of a Gasoline Engine with Direct Injection]. *Problemy konstruktivnykh dvigateley : sbornik nauchnykh trudov NAMI* [Problems of the Engine Design: Collection of Scientific Papers of the Scientific Research Automobile and Automotive Engines Institute]. Moscow, 1998, pp. 34–53. (In Russian)

20. Murygin I.V. *Elektroodnye protsessy v tverdykh elektrolitakh* [Electrode Processes in Solid Electrolytes]. Moscow, Nauka Publ., 1991, 351 p. (In Russian)

21. Fomin V.M., Kamenev V.F., Abdel'sater Kh.I. et al. Problemy primeneniya biotopliv v dizelyakh [Problems of Biofuel Application in Diesel Engines]. *Problemy konstruktivnykh dvigateley : sbornik nauchnykh trudov NAMI* [Problems of the engine Design: Collection of Scientific Papers of the Scientific Research Automobile and Automotive Engines Institute]. Moscow, 1998, pp. 188–193. (In Russian)

22. Brachmann T., Yatabe F. The Natural Gas Honda Civic GX, an Unique Clean Vehicle for to day and the 21st Century. Proc. of NGV-98: The Sixth International Conference & Exhibition on Natural Gas Vehicles. Cologne: IANGV, 1998.

23. Popolov A.S. *Solnechnyy transport* [Solar transport]. Moscow, Transport Publ., 1996, 166 p. (In Russian)

24. Nemchinov M.V., Sister V.G., Silkin V.V. et al. *Okhrana okruzhayushchey prirodnoy sredy pri proektirovaniy I stroitel'stve avtomobil'nykh dorog* [Environmental

Protection in the Road Design and Construction]. Moscow, Izd-vo Assotsiatsii stroitel'nykh vuzov Publ., 2010, 280 p. (In Russian)

25. Kucheryavenko A., Grevtseva O. Sravnitel'nyy analiz investitsionnoy privlekatel'nosti avtomobil'noy promyshlennosti: otechestvennaya i zarubezhnaya praktika [Comparative Analysis of the Investment Attractiveness of the Automotive Industry: Domestic and Foreign Practice]. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist], 2011, no. 11, vol. 1, pp. 128–132. (In Russian)

26. Tuskaeva Z.R. Strategicheskoe planirovanie kak klyuchevoyy faktor povysheniya osnashchennosti stroitel'noy tekhniki [Strategic Planning as a Key Factor in Increasing the Availability of Construction Equipment]. *Global'nyy nauchnyy potentsial* [Global Scientific Capability], 2015, no. 4 (49), pp. 101–105. (In Russian)

27. Tuskaeva Z.R. Criteria for the Building Machinery Units Alternatives. *International Journal of Applied Engineering Research*, 2016, no. 6, pp. 4369–4376.

28. Tuskaeva Z.R. Puti razvitiya tekhnicheskogo potentsiala v stroitel'stve [Ways of the Technical Capability Development in Construction]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Construction], 2016, no. 6, pp. 61–65. (In Russian)

Received in December, 2016

About the authors: **Volkov Andrey Anatol'evich** — Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding member of Russian Academy of Architectural and Construction Sciences, Department of Information Systems, Technologies and Automation in Construction, Rector, **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; +7 (499) 651-8185; volkov@mgsu.ru;

Tuskaeva Zalina Ruslanovna — Candidate of Economical Sciences, Professor, Head of Department of Construction Operations, **North Caucasian Institute of Mining and Metallurgical (State Technical University) (NCIMM STU)**, 44 Nikolaeva str., Vladikavkaz, 362021, Russian Federation; +7 (867) 240-74-12; Doctoral Student, Department of Information Systems, Technologies and Automation in Construction, **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; tuskaevazalina@yandex.ru.

For citation: Volkov A.A., Tuskaeva Z.R. Ergonomichnost' i ekologicheskaya bezopasnost' — faktory, neobkhodimye dlya povysheniya konkurentosposobnosti otechestvennoy stroitel'noy tekhniki [Ergonomic and Ecological safety — Factors necessary to Improve the Competitiveness of the Domestic Construction Machinery]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2017, vol. 12, issue 3 (102), pp. 308–316. (In Russian) DOI: 10.22227/1997-0935.2017.3.308-316