

РАЗВИТИЕ АВТОТРАКТОРНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, Р. С. Федоткин

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В статье рассмотрен вопрос ограничения производства и поставок комплектующих, как главный фактор, сдерживающий развитие современного автотракторного машиностроения. Приведены группы критически важных комплектующих для автотракторной техники. Обозначена основная проблема отсутствия надежной и доступной компонентной базы для автотракторной техники – кадровый дефицит инженеров и инженерных команд. Приведена единственная конструктивная мера решения данной проблемы – создание Передовой инженерной школы Тимирязевской академии «Компонентная база для автотракторной и сельскохозяйственной техники». Приведены ключевые принципы трансформации системы инженерного образования для создания Передовой инженерной школы. Приведено описание деятельности Центра автотракторного машиностроения – Студенческого конструкторского бюро, как малого прообраза создаваемой передовой инженерной школы.*

***Ключевые слова:** автотракторное машиностроение; компонентная база; комплектующие автотракторной техники; кадровый дефицит; передовая инженерная школа.*

DEVELOPMENT OF AUTOTRACTOR ENGINEERING AT THE PRESENT STAGE

V. I. Trukhachev, O. N. Didmanidze, R. S. Fedotkin

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** The article examines the issue of limiting the production and supply of components as the main factor hindering the development of modern automotive and tractor engineering. The groups of extremely important component of automotive and tractor techniques are given. The main problem of the lack of a reliable and accessible component base for automotive tractor techniques has been designated - the personnel shortage of engineers and engineer teams. The only constructive measure to solve this problem is the creation of the Advanced Engineering School of the Timiryazev Academy «Component base for automotive,*

tractor and agricultural techniques». The key principles of transformation of the engineering education system for the creation of the Advanced Engineering School are presented. A description of the activities of the Center for Automotive and Tractor Engineering - the Student Design Bureau, as a small prototype of the advanced engineering school that is being created is given.

Keywords: *automotive and tractor engineering; component base; automotive and tractor components; personnel shortage; advanced engineering school.*

Автотракторное машиностроение является одним из ключевых направлений, обеспечивающим реализацию государственных программ развития: Стратегии научно-технологического развития РФ, Стратегии развития сельскохозяйственного машиностроения России до 2030 г., Доктрины продовольственной безопасности РФ, Стратегии социально-экономического развития сельского хозяйства РФ на период до 2030 г. и пр. Главным фактором, ограничивающим производство перспективной автотракторной техники, в том числе сельскохозяйственного назначения, является отсутствие качественной компонентной базы. Многие комплектующие автотракторной техники определены как критически значимые [1]. Этот фактор сдерживает не только производство автотракторной техники (АТТ), но и общемировые тенденции развития машиностроения. Например, создание беспилотного трактора невозможно без доступных и надежных комплектующих [1-3]. Поэтому важно выявить основное направление развития производства комплектующих для АТТ.

Институтом исследований и экспертизы ВЭБ, ассоциацией Росспецмаш и другими организациями обобщены критически значимые компоненты для промышленности. Агентством по технологическому развитию при Минпромторге РФ формализован и обновляется перечень критически важных машиностроительных комплектующих. Применительно к АТТ их можно распределить на следующие группы:

1. Энергоустановки. Традиционные ДВС, их узлы и агрегаты, технические средства применения альтернативных видов топлива, включая биодизельное, альтернативные источники энергии, включая высоковольтные аккумуляторные батареи, генераторы водорода и водородные топливные элементы и пр. [1-4];
2. Трансмиссия и привод [2-4]:
 - 2.1. Системы механического привода;

2.2. Системы электромеханического привода. Электродвигатели и мотор-редукторы привода движения и исполнительных механизмов, мотор-колеса и мотор-мосты;

3. Гидравлические и пневматические агрегаты [4]: распределители, насосы и компрессоры, гидравлические и гидрообъемные передачи и пр.;

4. Технологии и технические средства повышения тягово-сцепных свойств [4-6]: тяговые гусеничные модули и гусеничные ходовые системы, подкатные ведущие мосты, автоматизированные системы адаптации колесных и гусеничных движителей к почвенно-климатическим условиям;

5. Аппаратно-программное обеспечение и средства электроники [3]: датчики и сенсоры, контроллеры систем управления, исполнительные устройства, программные средства на основе нейросетевых алгоритмов и пр.

Отдельно можно выделить комплектующие для сельскохозяйственных машин и оборудования.

Проблема компонентной базы прежде всего связана с ограничением зарубежных поставок. При этом до 15 % зарубежных комплектующих сегодня вообще не имеют российских аналогов. Отечественные производители активно осваивают комплектующие производства КНР. Но они не заинтересованы выпускать аналоги из-за малого объема рынка на этапе опытного производства и ограниченного станочного обеспечения. Кроме того, стоимость отечественных аналогов при невысоких потребительских свойствах, как правило, на 30...50 % выше зарубежных.

В основе этих проблем стоит острая необходимость совершенствования инженерного образования и устранения кадрового дефицита, а именно нехватки инженерных коллективов. В последнее время это стало не только проблемой предприятий, но препятствием на пути экономического развития страны [7, 8].

Конструктивной мерой трансформации инженерного образования является Федеральный проект «Передовые инженерные школы» (ПИШ), реализуемый Минобрнауки РФ. Сегодня региональными вузами накоплен существенный практический опыт реализации ПИШ по различным направлениям. Причем финансирование вузов в рамках проекта ежегодно увеличивается, а в 2023 году выросло в 4 раза [9, 10].

В развитие данного опыта Тимирязевская академия работает над созданием ПИШ – технологической магистратуры, основным направлением научно-исследовательской, опытно-конструкторской и учебно-образовательной деятельности которой является создание и применение компонентной базы: механических, гидравлических, пневматических и электромеханических систем авто-тракторной техники.

Работа ПИШ на первом этапе (2...3 года) предполагает освоение сервисного обслуживания и ремонта изделий, например, гидрораспределителей. После изучения особенностей конструкции и получения экспериментальных образцов планируется перейти к освоению др. этапов жизненного цикла: моделирования, проектирования и расчета, испытаний, доводки и доработки конструкции, запуска серийного производства и т.д.

При этом ПИШ Тимирязевской академии реализует следующие ключевые принципы трансформации системы инженерного образования:

1. Проектно-ориентированное обучение. Работа студентов должна проводиться исключительно коллективно. Вне рамок традиционных дисциплин, а над проектами НИР и ОКР предприятий – индустриальных партнеров (ИнП).

2. Встроенность проектов в производственный процесс ИнП. Для этого заключаются хоздоговора с вузом, что обеспечивает дополнительное финансирование проектных команд и сотрудников, участвующих в образовательном процессе.

3. Гибкость учебного процесса. Возможность подстраивания направлений и команд к усложняющимся задачам ИнП за счет преподавателей и специалистов предприятия. В аграрных вузах отсутствует подготовка конструкторов и технологов машиностроительного производства, что предполагает внедрение новых образовательных программ: 15.04.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств; 15.04.03 – Прикладная механика. Динамика, прочность машин и сопротивление материалов; 23.04.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы и др.

4. Новые профессиональные позиции и кадровые решения. Куратор проектной работы от вуза, наставник проекта от предприятия и пр.

В образовательном процессе ПИШ должны быть задействованы инженеры ИнП, имеющие преподавательские компетенции или получающие их в ходе профессиональной переподготовки на базе ПИШ. А кураторами студентов должны выступать преподаватели вуза, имеющие опыт выполнения НИОКР с организациями реального сектора экономики. Под таким руководством студенты будут выполнять задачи по созданию, применению, обслуживанию и ремонту узлов и агрегатов для автотракторной техники.

5. Траектория обучения и трудоустройства выпускников.

Большинство машиностроительных предприятий – потенциальных ИнП располагаются в регионах. Целесообразно для обучения в ПИШ принимать выпускников бакалавриата из региональных профильных вузов, находящихся в непосредственной близости с ИнП. Для этого на базе этих вузов необходимо открывать профориентационные центры для отбора лучших выпускников на основе специальных программ профессиональной ориентации абитуриентов ПИШ [11]. Это позволит минимизировать отток выпускников из отрасли и профессии на более высокооплачиваемую работу в сфере услуг (малые требования квалификации и относительно высокий доход снижают интерес не только знаниям, но и к профессии в целом). Схематически механизм трудоустройства выпускника ПИШ к ИнП представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема трудоустройства выпускника ПИШ к ИнП

Обучение в магистратуре ПИШ будет проходить как на базе Тимирязевки, так и на базе регионального вуза с проведением практических занятий, практик и стажировок у ИнП. По итогам обучения в ПИШ целесообразно осуществлять подготовку комплексных дипломных проектов инженерными командами.

По завершении обучения студенты уже будут иметь достаточный опыт в разработке, изготовлении, обслуживании и ремонте узлов и агрегатов. Выпускники ПИШ будут соответствовать профилю инженера-конструктора 2-3 категории или сервис-инженера. И ИнП вынужден проводить переобучение выпускника.

6. Учебно-научные лаборатории на базе ИнП. Подавляющее число НИОКР должно выполняться на базе ИнП. Для этого необходимо открывать лаборатории и образовательные центры, где помимо выполнения НИОКР, сотрудники смогут непрерывно повышать квалификацию и развивать преподавательские компетенции для работы в образовательном процессе ПИШ. Кроме того, необходимо открывать целевые аспирантуры на базе региональных профильных вузов для ИнП, т.к. сегодня инженер уже не способен решать задачи высокотехнологического уровня – нужен специалист с ученой степенью.

7. Ситуационные центры (интеллектуальные IT-платформы – рисунок 2) для мониторинга и выявления ключевых проблем в отрасли и у конечных сельхозтоваропроизводителей в регионах, а также координации действий среди всех участников АПК в целом.

Ситуационный центр позволяет осуществлять анализ, систематизацию и создание IT-решений, цифровых и роботизированных технологий, новых машин и оборудования, систем контроля, интеллектуальных баз знаний и принятия решений на основе дистанционного мониторинга параметров технологических процессов, геоинформационных данных, технических средств контроля соблюдения технологических регламентов работниками, технического зрения и искусственного интеллекта. Система агротехнологического контроля и управления представляет собой единый информационный и управленческий ресурс сельскохозяйственных предприятий.



Рисунок 2 – Структура ситуационного центра

8. Научно-образовательная инфраструктура вуза.

- лекционные залы, коворкинг-зоны, переговорные комнаты, оснащенные современным телекоммуникационным и мультимедийным оборудованием и подключенные к Wi-Fi для выполнения задач в рамках реализации научного проекта или освоения образовательной программы;
- секторы реверс-инжиниринга и прототипирования, оснащенный 3D-сканерами/принтерами, измерительными инструментами и материалами для воспроизведения сложных узлов и агрегатов;
- студенческие конструкторские бюро/цифровые лаборатории, оснащенные графическими станциями, системами автоматизированного проектирования для физического, математического, имитационного моделирования конструкций, их проектирования и расчета;

- экспериментальные лаборатории для исследования конструкторско-технологических параметров и эксплуатационных свойств опытных узлов и агрегатов;
- производственные участки для сборки и сервисного обслуживания узлов и агрегатов автотракторной техники.

9. Коммерциализация научно-исследовательской деятельности. Привлечение внебюджетного финансирования возможно за счет:

- выполнения НИОКР для ИнП и других организаций реального сектора экономики по созданию и применению узлов и агрегатов автотракторной техники;
- разработки конструкторской документации на стратегически важные комплектующие для машин и оборудования в рамках Программы стимулирования производства комплектующих изделий и других программ Агентства по технологическому развитию;
- конструкторского сопровождения производства опытных образцов узлов и агрегатов автотракторной техники;
- сервисного обслуживания и ремонта узлов и агрегатов;
- решения задач в рамках Постановления Правительства №218, Постановления Правительства №1649-П, грантов РФФИ на проведение поисковых исследований, Фонда содействия инновациям и иных мероприятий поддержки;
- создание технологических стартапов, а также укрепление и развитие существующих малых инновационных предприятий.

Тимирязевская академия совершает последовательные шаги к созданию ПИИШ. Подтверждением тому служат более 25 научно-исследовательских структурных подразделений, выполняющих фундаментальные и прикладные НИОКР для АПК и активно привлекающие студентов и аспирантов в качестве учебно-вспомогательного, инженерно-технического и научно-исследовательского персонала.

Одним из таких подразделений является Центр автотракторного машиностроения, созданный в том числе для исследований и разработок компонентной базы автотракторной техники. В рамках программы Приоритет-2030 Центр продолжает оснащаться

современным оборудованием для исследования эксплуатационных показателей ДВС, автотракторного электрооборудования, а также тягово-сцепных и вибро-акустических свойств автотракторной техники и пр. В составе Центра функционирует студенческое конструкторское бюро, являющееся малым прообразом будущей ПИШ Тимирязевской академии. Талантливые студенты отбираются со всех курсов бакалавриата и магистратуры различных Институты и проходят производственное обучение, работая над реальными проектами.

В настоящее время Центр совместно с машиностроительными и технологическими компаниями проводит НИОКР, в том числе международного уровня, по созданию комплектующих автотракторной техники: технических средств повышения тягово-сцепных свойств (тяговые гусеничные модули, системы адаптации движителей к почвенно-климатическим условиям); гидроагрегаты (гидроблоки, гидрораспределители); транспортно-технологические машины и средства малой механизации; сельскохозяйственные машины, оборудование, отдельные рабочие органы и пр.

Выводы.

Изложенные ключевые принципы трансформации инженерного образования в аграрных ВУЗах на основе модели технологической магистратуры – ПИШ Тимирязевской академии, направленной на создание и применение компонентной базы для механических, гидравлических, пневматических и электромеханических систем, способствуют развитию автотракторного машиностроения в России.

Важно отметить, что предложенный подход и качественные характеристики ПИШ позволяют достичь преимуществ не только для вуза, но и для ИнП в виде:

- квалифицированного результата выполнения НИОКР, в т.ч. опытных образцов новых узлов и агрегатов, конструкторского сопровождения их производства, а также сервисного обслуживания;
- повышенного уровня квалификации сотрудников, участвующих в образовательном процессе, за счет приобретения ими преподавательских компетенций;

· квалифицированных выпускников – инженерные команды, готовые к решению производственных задач без испытательных сроков, переобучения и переподготовки.

В конечном счете достигается главная цель – развитие производства комплектующих для автотракторной техники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Энергообеспечение сельскохозяйственного тракторостроения России / О. Н. Дидманидзе, С. Н. Девянин, Е. П. Парлюк, В. А. Марков // *Агроинженерия*. – 2021. – № 2 (102). – С. 4-8.
2. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с. – ISBN 978-5-6049928-2-1.
3. Problems and Prospects of Agricultural Tractors with Hybrid and Electric Drivetrain Creating / O. N. Didmanidze, E. P. Parlyuk, R. S. Fedotkin [et al.] // *Intelligent Technologies and Electronic Devices in Vehicle and Road Transport Complex (TIRVED)*, Moscow, 10–11 ноября 2022 года. – Moscow: IEEE, 2022. – P. 22336029.
4. К вопросу создания отечественного гусеничного трактора для современного сельскохозяйственного производства / В. М. Шарипов, А. Ю. Измайлов, А. С. Дорохов [и др.] // *Тракторы и сельхозмашины*. – 2018. – № 2. – С. 17-25.
5. Съёмная гусеничная ходовая система ведущего моста сельскохозяйственного трактора класса 0,9 / О. Н. Дидманидзе, Р. С. Федоткин, В. А. Крючков, Н. И. Дегтярев // *Аграрный научный журнал*. – 2023. – № 12. – С. 142-148.
6. Федоткин, Р. С. Трение и износ в ходовых системах тяговых и транспортных машин с резиноармированными гусеницами. Обзор проблем / Р. С. Федоткин, В. А. Крючков, А. А. Федоткина // *Механика композиционных материалов и конструкций*. – 2020. – Т. 26, № 3. – С. 362-370.
7. Формирование концепции кадрового обеспечения инженерной службы сельского хозяйства / Ю. Ф. Лачуга, О. Н. Дидманидзе, А. С. Дорохов [и др.] // *Чтения академика В. Н. Болтинского : Сборник статей*, Москва, 25–26 января 2022 года. Часть 1. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2022. – С. 73-82.
8. Сазонов, А. Э. Новые вызовы для аграрного образования / А. Э. Сазонов, К. С. Голохваст // *ЭКО*. – 2023. – № 2(584). – С. 46-59.
9. Передовые инженерные школы усилили работу вузов с индустриальными партнерами // *Ректор ВУЗа*. – 2023. – № 5. – С. 10-12.

10. Ахмедьянова, Г. Ф. Онтологический анализ проекта передовой инженерной школы / Г. Ф. Ахмедьянова, А. М. Пищухин // Онтология проектирования. – 2022. – Т. 12, № 3 (45). – С. 299-309.

11. Мельникова, А. С. Управление профориентационной деятельностью трансформирующихся университетов в период отбора и сопровождения кандидатов на обучение в передовые инженерные школы / А. С. Мельникова, И. Л. Герасимчук // Human Progress. – 2022. – Т. 8, № 2. – С. 16.

Об авторах:

Трухачев Владимир Иванович, ректор ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), доктор сельскохозяйственных наук, доктор экономических наук, профессор, академик РАН.

Дидманидзе Отари Назирович, заведующий кафедрой тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), доктор технических наук, профессор, академик РАН, didmanidze@rgau-msha.ru.

Федоткин Роман Сергеевич, руководитель Центра автотракторного машиностроения, доцент кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, 49), кандидат технических наук, fedotkin@rgau-msha.ru.

About the authors:

Vladimir I. Trukhachev, rector of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Agricultural), D.Sc. (Economic), professor, Academician of the Russian Academy of Sciences.

Otary N. Didmanidze, Head of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), D.Sc. (Engineering), professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, didmanidze@rgau-msha.ru.

Roman S. Fedotkin, Head of the Center for Automotive Engineering, associate professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Cand.Sc. (Engineering), fedotkin@rgau-msha.ru.