

**АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫНЫ МЕХАНИКАЛАНДЫРУ
МЕХАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
AGRICULTURAL MECHANIZATION**

МРНТИ 68.85.15

<https://doi.org/10.52081/bkaku.2025.v75.i4.295>

**УЧЕБНЫЙ СТЕНД ДЛЯ УГЛУБЛЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ
СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**

Дидманидзе О.Н.¹, доктор технических наук, профессор
didmanidze@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2558-0585>

Митягин Г.Е.¹, кандидат технических наук, ассоциированный профессор
mityagin@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2667-9309>

Пуляев Н.Н.¹, кандидат технических наук, ассоциированный профессор
pulyaev@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8984-4426>

Бисенов М.К.², кандидат технических наук
bisenovmurat@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0004-7765-7091>

Бекжанов С.Ж.³, PhD, ассоциированный профессор
ser.bekzhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7876-8779>

¹*Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва,
Россия*

²*Кызылординский открытый университет, г. Кызылорда, Казахстан*

³*Кызылординский университет им. Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан*

Аннотация. Разработка учебных стендов для углублённого изучения конструкции электрифицированных наземных транспортно-технологических средств (ЭНТТС) стала важной образовательной инициативой в условиях все возрастающего интереса к модернизации машинно-тракторного парка путем установки электропривода для повышения энергоэффективности и экологичности существующего парка машин. Поскольку не только производители автомобилей, но и производители тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин, переходят на использование электродвигателей для привода ходовой части или рабочих органов, существует острая потребность в квалифицированных технических специалистах, хорошо разбирающихся в особенностях технологий ЭНТТС, включая высоковольтные системы и системы управления батареями. Этот переход подчёркивает не только важность специализированного обучения, но и необходимость адаптации учебных программ и материально-технической базы для подготовки будущих специалистов к требованиям изменяющегося рынка труда. Безопасность является важным приоритетом в обучении технических специалистов из-за рисков, связанных с наличием высоковольтных систем в конструкции ЭНТТС. Поэтому при разработке рабочей программы дисциплин «Конструкция и техническая эксплуатация электромобилей и гибридных силовых установок» для специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» и «Конструкция и техническая эксплуатация комбинированных энергоустановок и электромобилей» для бакалавров направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» сделан акцент не только на прямом контакте с реальными агрегатами и узлами ЭНТТС, но и строгом соблюдении мер безопасности и подготовке преподавателей. Интеграция мер безопасности в конструкцию стендов демонстрирует приверженность подготовке студентов к реальным задачам и формированию ответственного отношения к безопасным практикам на рабочем месте. Образовательная значимость разработанного стенда выходит за рамки развития технических навыков, поскольку она также затрагивает вопросы энергоэффективности и экологичности ЭНТТС. Обучая специалистов-агроинженеров с использованием современных учебных программ и актуального материально-технического обеспечения можно способствовать формированию кадрового потенциала, который не только отвечает текущим запросам отрасли, но и готов возглавить переход к эксплуатации перспективных ЭНТТС.

Ключевые слова: электрифицированное наземное транспортно-технологическое средство,

электромобиль, стенд-тренажер, образовательный процесс, конструкция, техническая эксплуатация.

Введение. Развитие отечественного агропромышленного комплекса (АПК) неразрывно связано с подготовкой квалифицированных кадров, способных эффективно осваивать и эксплуатировать современную технику, включая перспективные электрифицированные наземные транспортно-технологические средства [1]. Электрифицированные наземные транспортно-технологические средства представляют собой важный элемент механизации сельскохозяйственного производства, поскольку обеспечивают снижение выбросов парниковых газов, повышение производительности труда и улучшение условий работы операторов техники. Однако эффективное освоение и эксплуатация ЭНТТС требуют глубоких знаний в области электротехники, электроники, автоматизации и информационных технологий, а также умения решать комплексные инженерные задачи. Для обеспечения качественной подготовки студентов ФББОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в рамках сразу нескольких направлений, таких как 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» и 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» с 2022 года в учебных планах предусмотрено несколько дисциплин, предполагающих изучение конструкции ЭНТТС, в частности: «Конструкция и техническая эксплуатация электромобилей и гибридных силовых установок» и «Конструкция и техническая эксплуатация комбинированных энергоустановок и электромобилей».

Создание специализированных стендов для изучения конструкции ЭНТТС является ключевым элементом повышения качества подготовки инженерных кадров для АПК. Такие стелы позволяют будущим специалистам получать практические навыки диагностики неисправностей, обслуживания и ремонта агрегатов и узлов ЭНТТС, что существенно повышает уровень их компетенции. Важность подготовки агроинженеров, способных интегрировать ЭНТТС в сельскохозяйственное производство, обусловлена необходимостью формирования эффективного машинно-тракторного парка, способствующего повышению эффективности производства и снижению издержек сельскохозяйственных предприятий [2].

Электрифицированные наземные транспортно-технологические средства обладают значительным потенциалом для улучшения экологической ситуации в сельскохозяйственных регионах, снижения зависимости от ископаемых видов топлива и повышения энергоэффективности. Следовательно, подготовка кадров, владеющих этими технологиями, способствует достижению целей обеспечения продовольственной безопасности страны. Проектирование и изготовление стендов для изучения конструкций ЭНТТС является необходимым условием успешного внедрения новейших технических достижений в сельское хозяйство и важным инструментом для повышения конкурентоспособности отечественных производителей сельскохозяйственной техники [1].

Необходимость разработки новых принципов и подходов к подготовке инженерных кадров для предприятий, эксплуатирующих современный машинно-тракторный парк, основанных на реальных процессах проектирования и эксплуатации современной техники, подчеркивает несоответствие традиционного подхода к обучению актуальным требованиям индустрии, вызванное изменением технологий и производственных процессов [3].

Также следует отметить, что повышение качества подготовки студентов-агроинженеров требует комплексного подхода, включающего разработку новых оборудования и учебных материалов, учитывающих актуальные направления психолого-педагогического сопровождения подготовки инженерных кадров для сельского хозяйства, позволяющих проводить оценку когнитивных способностей и диагностику личностных качеств, необходимых для успешной карьеры в инженерной сфере [4]. В ответ на этот вызов образовательные учреждения разрабатывают специализированные учебные стелы, обеспечивающие безопасное и эффективное практическое обучение.

Цель исследования: создание учебно-методического комплекса, включающего специализированные стелы-тренажёры, предназначенные для углублённого изучения

конструкции и особенностей эксплуатации электрифицированных наземных транспортно-технологических средств, обеспечивающего приобретение будущими специалистами агронженерного профиля практических навыков в диагностике, обслуживании и ремонте высокотехнологичных электротехнических устройств, применяемых в сельском хозяйстве, что повышает качество профессиональной подготовки и формирует готовность выпускников к решению сложных инженерных задач, возникающих в процессе эксплуатации перспективных образцов ЭНТС.

Материалы и методы. В основу метода обоснования компоновки, конструктивных особенностей и функциональных возможностей учебного стенда для углубленного изучения конструкции современных электрифицированных наземных транспортно-технологических средств был принят обратный инжиниринг и, в частности, его разновидность – метод анализа конкурентов посредством веб-исследований, который заключался в следующих мероприятиях: поиске изображений аналогичных стендов конкурентов в сети Интернет; анализе дизайна, конструкции, материалов и технологических решений, представленных визуально на фотографиях, чертежах или видеороликах; выявлении ключевых характеристик продукта и выявлении инновационных элементов для разработки нашего варианта конструктивного исполнения стенда и соответствующего ему функционального потенциала.

Материалами исследований, направленных на создание учебного стенда для углублённого изучения конструкции электрифицированных наземных транспортно-технологических средств, являются сведения производителей о конструкции агрегатов и узлов, а также технических характеристиках электромобилей, как снятых с производства, так и выпускающихся в настоящее время. Были проанализированы конструктивные решения, применяемые в электромобилях, спроектированных в начале 2010-х годов, на основе технологических платформ, оснащенных двигателем внутреннего сгорания, например KIA-K2 (электромобиль KIA SOUL EV) или «Гамма» (электромобиль ЛАДА Эллада), а также более современных решениях, например технологической платформе E-GMP [5,6], имеющихся в распоряжении на кафедре тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Анализ предложения готовых стендов, ориентированных на изучение конструкции электромобилей показал, что только две компании, ООО НПО «Учтех-ПРОФИ» (Российская Федерация, г. Челябинск) [7] и УП «НТП «Центр» (Республика Беларусь, г. Могилев) [8] предлагают несколько вариантов лабораторных стендов для изучения конструкции и эксплуатационных свойств электромобилей, а также изучения оборудования для заряда электромобилей, формирующих одно рабочее место, и имеющих стационарное напольное или настольное исполнение в виде моноблока, либо в виде планшета.

Еще одним подходом к проектированию учебных стендов является использование серийного электромобиля как основы, поскольку в настоящее время серийных ЭНТС нет. В таком случае стенд, состоящий из двух частей, включает в себя серийный электромобиль у которого выполнены функциональные разрезы элементов кузова (крыша, двери, капот) и высоковольтной батареи, которые позволяют изучить устройство ходовой части электромобиля (элементы передней и задней подвески), устройство высоковольтной батареи (расположение модулей питания внутри высоковольтной батареи), устройство подкапотного пространства (расположение жгутов и элементов электрооборудования, силового агрегата, системы кондиционирования и нагрева, системы торможения, блока управления заряда высоковольтной батареи). Вторая часть стендов представляет собой блок ввода неисправностей выполненный в виде стендса, имеющего напольное исполнение. УП «НТП «Центр» в качестве основы стендса использует две модели электромобилей, снятые с производства компаниями-производителями: Nissan Leaf ZE0 (стенд НТЦ-15.50 «Электромобиль Nissan») [9] и BMW i3 (стенд НТЦ-15.50.1 «Электромобиль BMW i3») [10].

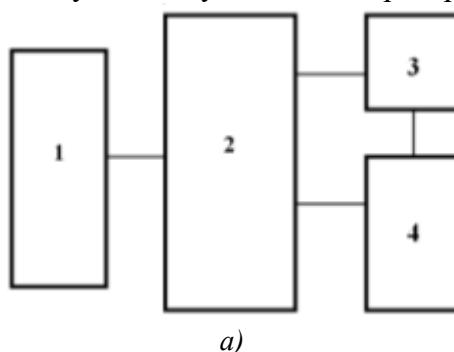
Аналогичный вариант материально-технического обеспечения предложен компанией ООО НПО «Учтех-ПРОФИ» где за основу стендса, состоящего из двух частей, взят серийный электромобиль Nissan Leaf ZE0 без каких либо изменений, позволяющих наглядно изучить

конструкцию, дополненный персональным компьютером предназначенным для снятия параметров агрегатов и узлов электромобиля посредством специализированного программного обеспечения (стенд НТЦ-15.50.2 «Электромобиль BMW i3 (Wi-Fi)» [11], (стенд «Рабочая модель электромобиля Nissan Leaf») [12]. Такие же подходы к разработке стендов имеют место у зарубежных компаний, например «AutoEDU» (Литва) [13] и учебных заведений «Legasy EV Academy» (США) [14], «Ryansautomotive» (Ирландия) [15].

Результаты и обсуждение. Как уже было указано выше, все лабораторные стеллы от компаний ООО НПО «Учтех-ПРОФИ» и УП «НТП «Центр» имеют стационарное напольное или настольное исполнение. Исполнены стеллы либо в виде моноблока, либо в виде планшета, формируют одно рабочее место. Назначение лабораторных стендов ООО НПО «Учтех-ПРОФИ» и УП «НТП «Центр» заключается в изучении конструкции агрегатов и узлов, использующихся в электромобилях, а также проведении исследований и испытаний, оптимизации их характеристик и конструкции. Недостатком такого подхода к организации изучения конструкции электромобиля с точки зрения технической эксплуатации является отсутствие реального контакта с серийными агрегатами и узлами электромобиля, необходимого для восприятия реальных массовых и габаритных характеристик и невозможность практической отработки навыков выполнения технологических процессов технического обслуживания или ремонта электромобиля, отсутствие вариативности в формировании рабочих мест. Недостатком подхода к материально-техническому обеспечению учебного процесса где за основу стелла, состоящего из двух частей, взят серийный электромобиль является необходимость наличия полнокомплектного электромобиля, формирование только одного рабочего места, а также необходимость в специализированной аудитории, допускающей въезд в нее транспортного средства, и обеспеченной подъемно-осмотровым оборудованием (автомобильный подъемник с грузоподъемностью не менее 3 т).

Анализ всех стендов, представленных на российском рынке оборудования позволил обосновать компоновочное решение оригинального стелла-тренажера и определить его функциональные возможности, которые были зафиксированы в патенте на изобретение №2838715 «Комплект учебных стендов-тренажеров для изучения конструкции агрегатов и узлов электромобиля» [16]. Преимуществом комплекта стендов-тренажеров является, помимо повышения наглядности и эффективности изучения конструкции наиболее сложных агрегатов и узлов ЭНТС, обеспечение возможности отработки и закрепления навыков выполнения основных видов работ по техническому обслуживанию и ремонту высоковольтной системы ЭНТС, применяя серийное технологическое оборудование и инструмент. Комплект стендов (рисунок 1), выполнен в виде трех стендов-тренажеров, соответствующих конструкции высоковольтной системы современного электромобиля, соединенных серийными элементами проводки в защитном исполнении.

Каждый стенд-тренажер из комплекта имеет отличное от других конструктивное исполнение и может применяться как отдельно, так и в составе комплекта стендов-тренажеров. С этой целью стеллы-тренажеры, входящие в комплект, оснащены смонтированными на опорах опорно-поворотными колесами с тормозом-фиксатором, позволяющие перемещать стенд в любую часть учебной лаборатории.





б)

Рисунок 1 – Комплект стендов-тренажеров:

**а – схема: 1 – стенд-тренажер «Передняя высоковольтная система» (1 мобильный блок);
2 – стенд-тренажер «Высоковольтная аккумуляторная система»; 3, 4 – стенд-тренажер «Задняя высоковольтная система» (2 мобильных блока), б – общий вид.**

Стенд-тренажер «Высоковольтная аккумуляторная система» (рисунок 2) предоставляет возможность отработки и закрепления навыков выполнения основных видов работ по техническому обслуживанию и ремонту агрегатов и узлов расположенных в средней части электромобиля (под кузовом). На диэлектрическом основании стенда-тренажера неподвижно закреплен корпус высоковольтной батареи в котором при помощи штатного крепежа закреплены и соединены между собой штатными элементами проводки компоненты высоковольтной батареи.

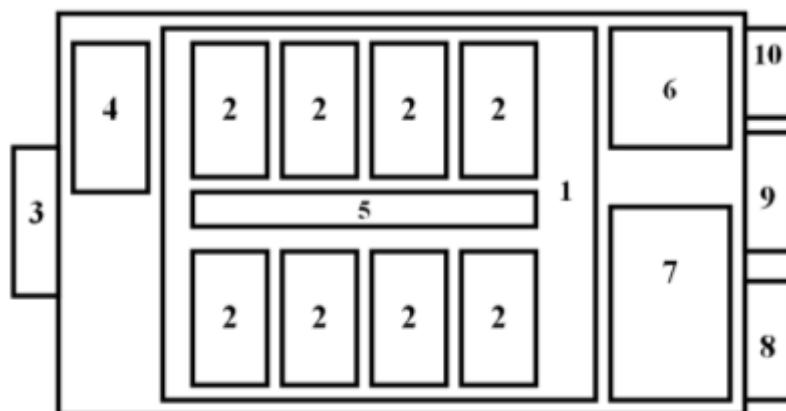


Рисунок 2 – Стенд-тренажер «Высоковольтная аккумуляторная система»:

1 – панель с каналами охлаждения/нагрева модулей батареи; 2 – блок батареи, включающий 8 модулей (32 субмодуля); 3 – разъем высоковольтный передний 400/800 В; 4 – блок предохранителя высоковольтный 800 В; 5 – блок управления ячейками батареи; 6 – блок управления батареей; 7 – силовое реле; 8 – разъем инвертера; 9 – разъем высоковольтный задний 400/800 В; 10 – разъем связи и питания 12 В

Учебный стенд-тренажер «Передняя высоковольтная система» (рисунок 3) предоставляет возможность отработки и закрепления навыков выполнения основных видов работ по техническому обслуживанию и ремонту агрегатов и узлов расположенных в передней части электромобиля (в подкапотном пространстве и под электромобилем).

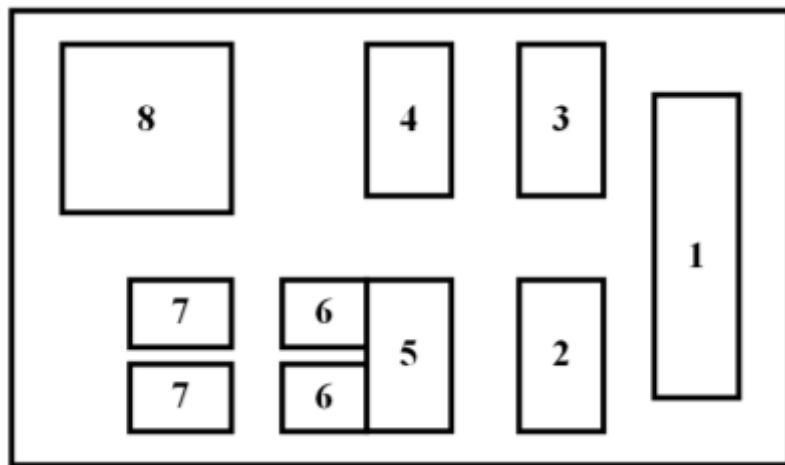


Рисунок 3 – Стенд-тренажер «Передняя высоковольтная система»:

1 – блок соединительный высоковольтный передний; 2 – нагреватель высоковольтной батареи жидкостный; 3 – нагреватель воздуха системы обогрева салона высоковольтный; 4 – компрессор кондиционера высоковольтный; 5, 6 – бачок расширительный (5), блокированный с электрическими низковольтными насосами системы терmostатирования высоковольтной аккумуляторной батареи (6); 7 – теплообменники жидкостные системы терmostатирования высоковольтной аккумуляторной батареи; 8 – блок предохранителей и реле низковольтный

Стенд-тренажер «Задняя высоковольтная система» предоставляет возможность отработки и закрепления навыков выполнения основных видов работ по техническому обслуживанию и ремонту элементов расположенных в задней части электромобиля (под кузовом), выполненный в виде двух мобильных блоков.

Первый мобильный блок стенда-тренажера «Задняя высоковольтная система» (рисунок 4) включает два компонента. Второй мобильный блок стенда-тренажера «Задняя высоковольтная система» (рисунок 5) включает три компонента.

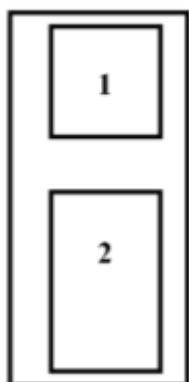


Рисунок 4 – Стенд-тренажер «Задняя высоковольтная система» (первый мобильный блок): 1 – блок зарядных разъемов 220, 400/800 В; 2 – преобразователь переменного тока в постоянный ток

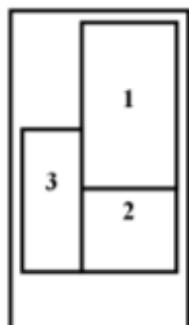


Рисунок 5 – Стенд-тренажер «Задняя высоковольтная система» (второй мобильный блок): 1 – электродвигатель в сборе с редуктором; 2 – мультиинвертор; 3 – блок соединительный высоковольтный задний

Комплект стендов-тренажеров в зависимости от поставленной на занятии цели использовался в двух компоновочных вариантах:

- компоновочный вариант № 1 – все входящие в комплект стенды-тренажеры сблокированы друг с другом, обеспечивая одно рабочее место;
- компоновочный вариант № 2 – все входящие в комплект стенды-тренажеры отсоединены друг от друга, обеспечивая несколько рабочих мест.

В рамках первого компоновочного варианта комплекта стендов все входящие в комплект стенды-тренажеры сблокированы друг с другом, обеспечивая анализ конструкции и общей компоновки высоковольтной системы электромобиля, собранной отдельно от кузова и шасси электромобиля, что позволяет оценить массовые и габаритные размеры узлов и агрегатов, входящих в конструкцию электромобиля и отвечающих за его работоспособность, их взаимное расположение и способы коммутации друг с другом. С использованием первого компоновочного варианта комплекта стендов-тренажеров можно отрабатывать технологические операции отсоединения и присоединения к высоковольтной аккумуляторной батарее блока соединительного высоковольтного заднего (рисунок 5, поз. 3), преобразователя переменного тока в постоянный ток (рисунок 4, поз. 2), блока соединительного высоковольтного переднего (рисунок 3, поз. 1).

В рамках второго компоновочного варианта комплекта все входящие в его состав стенды-тренажеры отсоединены друг от друга, обеспечивая несколько рабочих мест, используемых отдельно друг от друга.

С использованием стенда-тренажера «Высоковольтная аккумуляторная система» (рисунок 2) можно отрабатывать технологические операции: демонтаж и монтаж крышки высоковольтной тяговой аккумуляторной батареи; отсоединение и присоединение токоведущих шин; демонтаж и монтаж модулей аккумуляторной батареи, силового реле, предохранителя высоковольтного, блока управления батареей, блоков управления ячейками батареи, сигнальной и управляющей проводки; оценку напряжения на контактах тяговой аккумуляторной батареи в сборе, на выводах модулей тяговой аккумуляторной батареи, на выводах ячеек, формирующих модули тяговой аккумуляторной батареи; оценку разницы напряжения ячеек, формирующих модули тяговой аккумуляторной батареи; оценку внутреннего сопротивления ячеек, формирующих модули тяговой аккумуляторной батареи; оценку исправности предохранителя высоковольтного; проверку герметичности корпуса тяговой аккумуляторной батареи.

Стенд-тренажер «Передняя высоковольтная система» (рисунок 3) можно использовать для отработки технологических операций: оценка технического состояния нагревателя высоковольтной батареи жидкостного (внутренне сопротивление, сопротивление изоляции), нагревателя воздуха системы обогрева салона высоковольтного (внутренне сопротивление, сопротивление изоляции); компрессора кондиционера высоковольтного (внутренне сопротивление, сопротивление изоляции); демонтаж и монтаж насосов системы терmostатирования; оценка технического состояния насосов системы терmostатирования (внутренне сопротивление, сопротивление изоляции).

Стенд-тренажер «Задняя высоковольтная система» (рисунки 4,5) можно использовать для отработки технологических операций: демонтаж и монтаж блока соединительного высоковольтного заднего, мультиинвертора; рассоединение и соединение электродвигателя с редуктором трансмиссии; оценка технического состояния блока соединительного высоковольтного заднего (внутренне сопротивление, сопротивление изоляции), мультиинвертора (внутренне сопротивление, сопротивление изоляции), блока зарядных разъемов; замена масла в редукторе трансмиссии.

Как показали исследования [17,18], использование стенда-тренажера, способствует значительному развитию практических навыков у будущих технических специалистов, позволяет сократить продолжительность подготовки персонала в обязанности которого будет входить выполнение разборочно-сборочных работ по высоковольтной тяговой

аккумуляторной батареи. Использование учебного стенда-тренажера способствует значительному развитию практических навыков у будущих технических специалистов. Владение навыками обслуживания и ремонта агрегатов и узлов ЭНТТС открывает для выпускника разнообразные карьерные возможности в сервисных центрах, дилерских сетях и на производстве, обеспечивая долгосрочную профессиональную стабильность.

Заключение. Создание учебных стендов для углубленного изучения конструкции современных электрифицированных наземных транспортно-технологических средств является важным элементом подготовки кадров для агропромышленного комплекса будущего. Эти стеллы обеспечивают безопасную и эффективную практическую подготовку, развивающую технические навыки, и способствуют формированию ответственного отношения к вопросам устойчивого развития. Дальнейшее развитие учебных стендов, включая внедрение методов и инструментов, позволяющих создать максимальную степень погружения обучающихся в образовательный процесс, приближая опыт к реальной практике и повышая уровень восприятия материала, имитируя реальные ситуации, стимулируя активность участников и улучшая усвоение знаний, будет играть ключевую роль в обеспечении кадровой готовности для агропромышленного комплекса будущего.

Литература:

- [1] Трухачев, В.И., Хохлова Е.В., Кролевецкая Е.Н. Стратегические ориентиры развития аграрного образования: форсайт-кейс РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // Агроинженерия, 2025. – Т. 27. – № 1. – С. 89-95. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-1-89-95>
- [2] Красников, Г.Я., Трухачев В.И., Дицманидзе О.Н., Парлюк Е.П. Гибридный трактор – основа современного сельского хозяйства // Чтения академика В.Н. Болтинского: сборник статей. 22-23 января 2025 года. – М.: ООО «Сам Полиграфист», 2025. – С. 17-35.
- [3] Процессный подход подготовки кадров для предприятий специального машиностроения / К.А. Бабкин, О.Н. Дицманидзе, П.В. Сиротин, Е.П. Парлюк // Чтения академика В. Н. Болтинского: сборник статей. 22-23 января 2025 года. – М.: ООО «Сам Полиграфист», 2025. – С. 36-56.
- [4] Коваленок, Т.П., Занфирова Л.В., Назарова Л.И. Актуальные направления психолого-педагогического сопровождения подготовки инженерных кадров для сельского хозяйства // Агроинженерия, 2025. – Т. 27, № 4. – С. 78-84. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-4-78-84>
- [5] Митягин, Г.Е., Бисенов М.К. Обзор примеров коммерческих проектов замены двигателей внутреннего сгорания автомобилей на электродвигатель // Техника и технология: теория и практика, 2023. – №2 (8). – С. 16-31.
- [6] Дицманидзе, О.Н., Митягин Г.Е., Пуляев Н.Н., Дицманидзе Р.Н., Федоткин Р.С., Бисенов М.К. Учебно-тренировочный комплекс «Электромобиль»: учебное пособие. – М.: ООО «УМЦ «Триада», 2023. – 50 с.
- [7] Учебная техника и наглядные пособия для образовательных учреждений. Каталог продукции НПП «Учтех-ПРОФИ» – Челябинск: НПП «Учтех-ПРОФИ», 2024. – 170 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://drive.google.com/file/d/1mrZc1gcUe4G0fL-rQEjAaaCHcyij9rrG/view?pli=1> – дата обращения 11 января 2025 г.
- [8] Лаборатория «Электромобиль» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ntpcentr.com/ru/catalog/laboratori/elektromobil/> – дата обращения 11 января 2025 года
- [9] Стенд НТЦ-15.50 «Электромобиль Nissan» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ntpcentr.ru/catalog/avtomobilnaya-tehnika/ntc-15-50-elektromobil-nissan/> – дата обращения 11 января 2025 года
- [10] 274. Стенд НТЦ-15.50.1 «Электромобиль BMW i3» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ntpcentr.ru/catalog/avtomobilnaya-tehnika/ntc-15-50-1-elektromobil-bmw-i3-2/> – дата обращения 11 января 2025 г.
- [11] Стенд НТЦ-15.50.2 «Электромобиль BMW i3 (Wi-Fi)» <https://ntpcentr.ru/catalog/avtomobilnaya-tehnika/ntc-15-50-2-elektromobil-bmw-i3-wi-fi/> – дата обращения 11 января 2025 г.
- [12] Стенд «Рабочая модель электромобиля Nissan Leaf» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://labstand.ru/catalog/ustrojstvo-electromobilya/rabochaya-model-electromobilya-nissan-leaf> – дата

обращения 11 января 2025 г.

[13] AutoEDU 2025 Catalog – Kaunas: AutoEDU JSC, 2025. – 104 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа:

https://autoedu.com/wp-content/uploads/2025/06/AutoEdu_product-catalog-2025.pdf – дата обращения 11 января 2025 г.

[14] Legacy EV Launches 100V EV Training Bench for Educators https://legacyev.com/blogs/news/legacy-ev-launches-100v-ev-training-bench-for-educators?srsltid=AfmBOopzTNqHvl1v-DNCR3yjpyiBTx_QZnlZCDu4_8ENRXfP4gg7uo_d – дата обращения 11 января 2025 г.

[15] Educational Trainer Electric Vehicle Training Stand MSEV02 <https://www.ryansautomotive.ie/shop/diagnostic-equipment-and-tools/shop-by-brand/autoedu-training-equipment/educational-trainer-electric-vehicle-training-stand-2/> Дата обращения 11 января 2025 г.

[16] Патент № 2838715 С1 Российская Федерация, МПК G09B 9/00. Комплект учебных стендов-тренажеров для изучения конструкции агрегатов и узлов электромобиля : заявл. 22.10.2024 : опубл. 22.04.2025 / Г. Е. Митягин, Н. Н. Пуляев, М. К. Бисенов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева".

[17] **Митягин, Г.Е.**, Бисенов М.К., Шамаева А.О. Результаты исследования технологического процесса разборки высоковольтной тяговой батареи электромобиля // Техника и технология: теория и практика, 2022. – №4 (6). – С. 7-21.

[18] **Бисенов, М.К.** Технологическое обеспечение модернизации транспортно-технологических машин установкой электропривода: специальность 4.3.1 «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса»: автореф. ... канд. техн. наук. – М., 2024. – 28 с.

References:

- [1] **Truhachev, V.I.**, Hohlova E.V., Kroleveckaya E.N. Strategicheskie orientiry razvitiya agrarnogo obrazovaniya: forsait-keis RGAU-MSHA imeni K.A. Timiryazeva // Agroinzheneriya, 2025. – Т. 27. – № 1. S. 89-95. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-1-89-95> [in Russian]
- [2] **Krasnikov, G.Ya.**, Truhachev V.I., Didmanidze O.N., Parlyuk E.P. Gibridnyj traktor – osnova sovremennoj sel'skogo hozyajstva // Chteniya akademika V.N. Boltinskogo: sbornik statej. 22-23 yanvarya 2025 goda. – M.: OOO «Sam Poligrafist», 2025. – S. 17-35. [in Russian]
- [3] Processnyj podhod podgotovki kadrov dlya predpriyatij special'nogo mashinostroeniya / K.A. Babkin, O.N. Didmanidze, P.V. Sirotin, E.P. Parlyuk // Chteniya akademika V. N. Boltinskogo: sbornik statej. 22-23 yanvarya 2025 goda. – M.: OOO «Sam Poligrafist», 2025. – S. 36-56. [in Russian]
- [4] **Kovalenok, T.P.**, Zanfirova L.V., Nazarova L.I. Aktual'nye napravleniya psihologopedagogicheskogo soprovozhdeniya podgotovki inzhenernyh kadrov dlya sel'skogo hozyajstva // Agroinzheneriya. 2025. Т. 27, № 4. – S. 78-84. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-4-78-84> [in Russian]
- [5] **Mityagin, G.E.**, Bisenov M.K. Obzor primerov kommercheskih proektov zameny dvigatelej vnutrennego sgoraniya avtomobilej na elektrodvigatel' // Tekhnika i tekhnologiya: teoriya i praktika. 2023. №2 (8). – S. 16-31. [in Russian]
- [6] **Didmanidze, O.N.**, Mityagin G.E., Pulyaev N.N., Didmanidze R.N., Fedotkin R.S., Bisenov M.K. Uchebno-trenirovochnyj kompleks «Elektromobil»: uchebnoe posobie. – M.: OOO «UMC «Triada», 2023. – 50 s. [in Russian]
- [7] Uchebnaya tekhnika i naglyadnye posobiya dlya obrazovatel'nyh uchrezhdenij. Katalog produkciy NPP «Uchtekh-PROFI» – Chelyabinsk: NPP «Uchtekh-PROFI», 2024. – 170 s. [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <https://drive.google.com/file/d/1mrZc1gcUe4G0fL-rQEjAaaCHcyij9rrG/view?pli=1> – data obrashcheniya 11 yanvarya 2025 g. [in Russian]
- [8] Laboratoriya «Elektromobil» [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <https://ntpcentr.com/ru/catalog/laboratorii/elektromobil/> – data obrashcheniya 11 yanvarya 2025 goda
- [9] Stend NTC-15.50 «Elektromobil' Nissan» [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <https://ntpcentr.ru/catalog/avtomobilnaya-tehnika/ntc-15-50-elektromobil-nissan/> – data obrashcheniya 11 yanvarya 2025 goda [in Russian]
- [10] 274. Stend NTC-15.50.1 «Elektromobil' BMW i3» [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <https://ntpcentr.ru/catalog/avtomobilnaya-tehnika/ntc-15-50-1-elektromobil-bmw-i3-2/> – data obrashche-

niya 11 yanvarya 2025 g. [in Russian]

[11] Stend NTC-15.50.2 «Elektromobil' BMW i3 (Wi-Fi)» <https://ntpcentr.ru/catalog/avtomobilnaya-tehnika/ntc-15-50-2-elektromobil-bmw-i3-wi-fi/> – data obrashcheniya 11 yanvarya 2025 g.

[12] Stend «Rabochaya model' elektromobilya Nissan Leaf» [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <https://labstand.ru/catalog/ustrojstvo-electromobilya/rabochaya-model-electromobilya-nissan-leaf> – data obrashcheniya 11 yanvarya 2025 g. [in Russian]

[13] AutoEDU 2025 Catalog – Kaunas: AutoEDU JSC, 2025. – 104 s. [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: https://autoedu.com/wp-content/uploads/2025/06/AutoEdu_product-catalog-2025.pdf – data obrashcheniya 11 yanvarya 2025 g.

[14] Legacy EV Launches 100V EV Training Bench for Educators https://legacyev.com/blogs/news/legacy-ev-launches-100v-ev-training-bench-for-educators?srsltid=AfmBOopzTNqHv11v-DNCR3yjpyiBTx_QZnlZCDu4_8ENRXfP4gg7uo_d – data obrashcheniya 11 yanvarya 2025 g.

[15] Educational Trainer Electric Vehicle Training Stand MSEV02 <https://www.ryansautomotive.ie/shop/diagnostic-equipment-and-tools/shop-by-brand/autoedu-training-equipment/educational-trainer-electric-vehicle-training-stand-2/> – data obrashcheniya 11 yanvarya 2025 g.

[16] Patent № 2838715 C1 Rossijskaya Federaciya, MPK G09B 9/00. Komplekt uchebnyh stendov-trenazherov dlya izucheniya konstrukcii agregatov i uzlov elektromobilya : zayavl. 22.10.2024 : opubl. 22.04.2025 / G. E. Mityagin, N. N. Pulyaev, M. K. Bisenov [i dr.] ; zayavitel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya \"Rossijskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet - MSHA imeni K.A. Timiryazeva. [in Russian]

[17] **Mityagin, G.E.**, Bisenov M.K., Shamaeva A.O. Rezul'taty issledovaniya tekhnologicheskogo processa razborki vysokovol'tnoj tyagovoj batarei elektromobilya // Tekhnika i tekhnologiya: teoriya i praktika. 2022. №4 (6). – S. 7-21. [in Russian]

[18] **Bisenov, M.K.** Tekhnologicheskoe obespechenie modernizacii transportno-tehnologicheskikh mashin ustanovkoj elektroprivoda: special'nost' 4.3.1 «Tekhnologii, mashiny i oborudovanie dlya agropromyshlennogo kompleksa»: avtoref. ... kand. tekhn. nauk. – M:, 2024. – 28 s. [in Russian]

ЗАМАНАУИ ЭЛЕКТРЛЕНДІРЛГЕН ЖЕР ҮСТІ КӨЛІК-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰРАЛДАРДЫҢ КОНСТРУКЦИЯСЫН ТЕРЕНДЕТПІ ОҚУҒА АРНАЛҒАН ОҚУ СТЕНДІ

Дидманидзе О.Н.¹, техника ғылымдарының докторы, профессор
Митягин Г.Е.¹, техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор
Пуляев Н.Н.¹, техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор
Бисенов М.К.², техника ғылымдарының кандидаты
Бекжанов С.Ж.³ PhD, қауымдастырылған профессор

¹ Ресей мемлекеттік аграрлық университеті – К.А. Тимирязев атындағы МАША, Мәскеу қ. Ресей

² Қызылорда ашық университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

³ Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

Андатпа. Қолданыстағы машина паркінің энергия тиімділігін және қоршаган ортага зиянсыздығын арттыру үшін электр жетектерін орнату арқылы машина-трактор паркін жаңартуға қызығушылықтың артуы жағдайында электрлендірлген жер үсті көлік-технологиялық құралдардың конструкциясын (ЭЖКТҚҚ) терендетпі оқытуға арналған оқу стендтерін әзірлеу маңызды білім беру бастамасына айналды. Автомобиль өндірушілері ғана емес, сонымен қатар тракторлар, комбайндар және ауылшаруашылық машиналарын өндірушілер шассиді немесе жұмыс бөлшектерін басқару үшін электр қозғалтқыштарын пайдалануға аудысатындықтан, жоғары вольтты жүйелер мен батареяларды басқару жүйелерін қоса алғанда, ЭЖКТҚҚ технологияларының ерекшеліктерін жақсы менгерген білікті техникалық мамандарға шұғыл қажеттілік туындауды. Мұндай өтпелі кезең тек мамандандырылған оқытудың маңыздылығын ғана емес, сонымен бірге өзгермелі еңбек нарығының талаптарына болашақ мамандарды дайындау үшін оқу бағдарламалары мен нысандарды бейімдеу қажеттілігін көрсетеді. ЭЖКТҚҚ жобалауда жоғары вольтты жүйелердің болуымен байланысты тәуекелдерге байланысты техникалық мамандарды даярлауда қауіпсіздік техникасының жоғары басымдығы болып табылады. Сондықтан 23.05.01 «Жер үсті көліктік-технологиялық құралдар» мамандығы үшін «Электромобильдерді және гибридті күштік қондырғылардың конструкциясы және

техникалық пайдалану» пәнінен және 23.03.03 «Көлік-технологиялық машиналар мен кешендерді пайдалану» бағыты бойынша бакалаврлар үшін «Біріктірілген электр қондырғылары мен электромобильдерді жобалау және техникалық пайдалану» пәнінен жұмыс бағдарламаларын өзірлеу кезінде ЭЖКТҚК нақты бөлімшелерімен және құрамдас бөліктерімен тікелей байланысқа ғана емес, сонымен қатар қауіпсіздік шараларын қатаң сақтауға және оқытушыларды оқытуға баса назар аударылады. Стенд конструкцияларына қауіпсіздік шараларын енгізу студенттерді нақты әлемдегі қындықтарға дайындауға және жұмыс орнындағы қауіпсіз тәжірибеге жауапкершілікпен қарауға деген үмтілістық көрсетеді. Өзірленген стендтің тәрбиелік мәні техникалық дағдыларды дамытудан да асып түседі, өйткені ол сонымен қатар ЭЖКТҚК-тің энергия тиімділігі мен қоршаған ортаға зиянсыздығы мәселелерін қарастырады. Агроинженерлер-мамандарын заманауи оқу бағдарламалары мен өзекті материалдық-техникалық қамтамасыз етуды пайдалана отырып, саланың қазіргі сұраныстарына жауап беріп қана қоймай, сонымен қатар перспективалы ӘЖКТҚК пайдалану үшін ауысуға дайын екенін көрсетеді.

Tірек сөздер: электрлендірілген жер үсті көліктік-технологиялық құрал, электромобиль, стенд-тренажер, білім беру процесі, конструкция, техникалық пайдалану.

TRAINING BENCH FOR IN-DEPTH STUDY OF THE DESIGN OF MODERN ELECTRIFIED GROUND TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL VEHICLES

Didmanidze O.N.¹, doctor of technical sciences, professor
Mityagin G.E.¹, candidate of technical sciences. associate professor
Pulyaev N.N.¹, candidate of technical sciences. associate professor
Bisenov M.K.², candidate of technical sciences
Bekzhanov S.Zh.³, PhD, associate professor

¹Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; Moscow, Russia;

²Kyzylorda Open University, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan

³Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan

Abstract. The development of educational benches for an in-depth study of the construction of electrified ground transport and technological vehicles (EGTTVs) has become an important educational initiative amidst growing interest in upgrading agricultural machinery through the installation of electric drives to enhance energy efficiency and environmental sustainability. As not only car manufacturers but also tractor, combine harvester, and farm equipment producers are transitioning to using electric motors for driving both moving parts and working elements, there is a pressing need for qualified technical specialists who have a thorough understanding of EGTV technologies, including high-voltage systems and battery management systems. This shift underscores not just the importance of specialized education but also the necessity to adapt curricula and infrastructure to prepare future professionals for evolving labor market demands. Safety remains a top priority when educating technical personnel due to risks associated with high-voltage systems present in EGTV designs. Consequently, the curriculum includes disciplines such as «Construction and Technical Operation of Electric Vehicles and Hybrid Power Units» for undergraduate program 23.05.01 «Ground Transport and Technological Equipment», and «Construction and Technical Operation of Combined Energy Installations and Electric Cars» for bachelor's degree programs under code 23.03.03 «Operation of Transport and Technological Machines and Complexes». These courses emphasize direct interaction with real-life EGTV components alongside strict adherence to safety protocols and instructor preparation. Integrating safety measures into the structure of the benches reflects commitment to equipping students with skills relevant to industry challenges and promoting responsible workplace habits. Beyond developing technical proficiency, this educational resource addresses broader issues related to energy efficiency and ecological sustainability of EGTTVs. By utilizing contemporary teaching methods and state-of-the-art facilities, we can contribute to building a workforce that meets current industry needs and is prepared to lead the adoption of advanced EGTTVs.

Keywords: electrified ground transport and technological vehicle, electric vehicle, training bench, educational process, design, technical operation.