

УДК 37.013

*Д.Р. Сверкунов, Ю.В. Воронова, В.В. Тюньков*

*Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация*

## **ПАРАМЕТР ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЁЖНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА КАК КОМПЕТЕНЦИЯ В РЕЖИМЕ ТЕКУЩЕГО УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

**Аннотация.** Рассматривается тенденция формирования магистра на основе компетенций, обеспечивающих его профессионализм и их топологическом взаимодействии в пространстве пакетов требований учебной программы, согласуемой на основе федерального образовательного стандарта ВУЗом и заинтересованным работодателем. Предлагается ввести в качестве дополнения в состав компетенции для последующих образовательных стандартов параметр оценки эксплуатационной надёжности. Это расширит область обеспечения безопасности технологического процесса и повысит дисциплинарную алгоритмичность, диктуемую стандартом каждого нового поколения в выборе дисциплин, перечисленных в учебном плане. Декларируется взаимодействие образовательного комплекса с соответствующими отраслями при разделении учебного процесса на теоретическую и практическую составляющую. Приводится конструктивное решение на примере электрооборудования пассажирского вагона.

**Ключевые слова:** надёжность, вагоны, оборудование, инновации, оценка, транспорт, безопасность.

*D.R. Sverkunov, Yu.V. Voronova, V.V. Tyunkov*

*Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation*

## **OPERATIONAL RELIABILITY ASSESSMENT PARAMETER PASSENGER CAR EQUIPMENT AS A COMPETENCE IN THE MODE OF THE CURRENT EDUCATIONAL PROCESS**

**Abstract.** The tendency of forming a master on the basis of competencies that ensure his professionalism and their topological interaction in the space of packages of requirements of the curriculum, agreed on the basis of the federal educational standard by the university and the interested employer, is considered. It is proposed to introduce, as an addition to the composition of competence for subsequent educational standards, the parameter of assessing operational reliability. This will expand the field of process safety and increase the disciplinary algorithmic dictated by the standard of each new generation in the choice of disciplines listed in the curriculum. The interaction of the educational complex with the relevant industries is declared when the educational process is divided into theoretical and practical components. A constructive solution is given on the example of the electrical equipment of a passenger car.

**Keywords:** reliability, wagons, equipment, innovations, assessment, transport, safety.

### **Введение**

Прикладное решение проблемы обеспечения надёжности функционирования оборудования подвижного состава начинается преимущественно на старших курсах ВУЗа. В этот период происходит поворот от изучения дисциплин – инструментов к введению ориентированных компетенций из ФГОС [7]. Современный процесс развития и стандартизации подготовки специалистов железнодорожного транспорта учитывает, прежде всего, перспективное развитие отрасли, которое невозможно без инноваций с новыми свойствами и требованиями к конструкции вагонов, их эксплуатации и сервисному обслуживанию. Наиболее рельефно эти требования проявляются в сложных условиях Восточного полигона инфраструктуры РЖД, для которого в основном готовит инженеров ИрГУПС. В общем случае организационная схема при её описании адекватна следующей модели (рис.1).

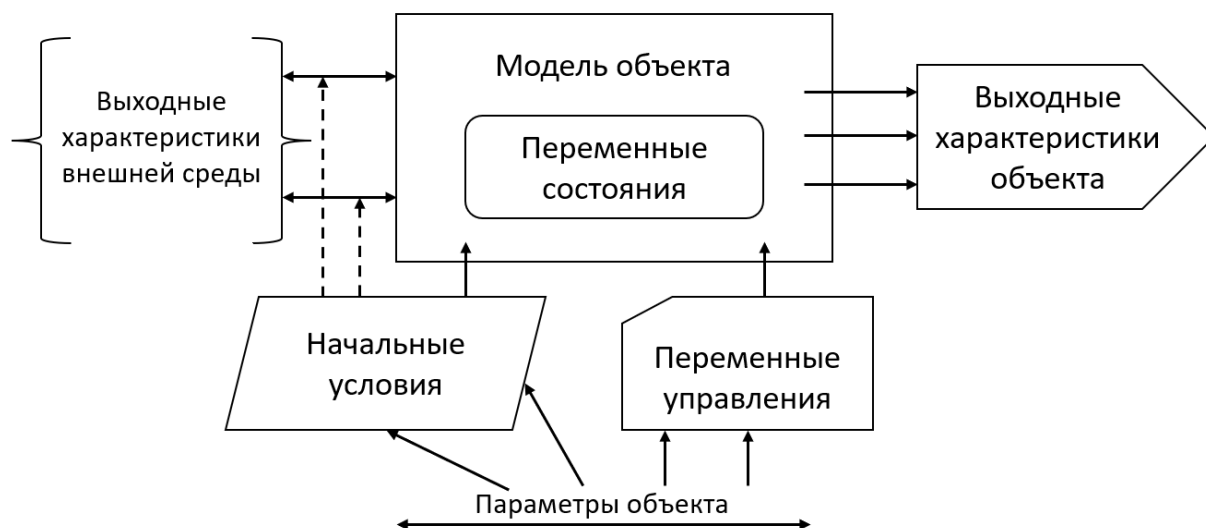


Рис. 1. Исходная схема представления исследуемой ситуации

В этой схеме «параметры объекта» проявляются, прежде всего, как результат топологически взаимодействующих тенденций инновационного развития подвижного состава отрасли (РЖД) с перспективой соответствия параметрам транспортного обслуживания всего производственного комплекса РФ, их отношений и взаимозависимостей. Оценивая параметр надёжности оборудования пассажирского вагона как один из основных, то разделим систему «вагон» на механическую, состоящую из кузова с автосцепками и тележками и электрооборудование.

#### Исходная позиция

Основываясь на том, что надёжность механической части в своём совершенствовании регламентируется из общих стандартов для подвижного состава, то более подробно рассмотрим электрооборудование, которое подвергается постоянной инновационной рационализации и функциональному усложнению [1]. Таким образом, для усложняющегося оборудования пассажирского вагона требуется более высокая квалификация как при конструировании и изготовлении, так и при обслуживании в процессе эксплуатации, планового и текущего ремонта. В этом случае для развития компетенции требуется как участие в теоретической части ВУЗа, так и практических навыков в производственной практике [6]. Концептуально учитывая, что каждый участник образовательного процесса является системосозидающим компонентом, то организационно представим это в виде упрощённой информационно-объединённой схемы (рис.2).



Рис. 2. Паллиативная модель информационного взаимодействия участников образовательного процесса

В текущей практике развитие отношений в данном пространстве индикаторов зависит от состояния межотраслевых связей и во многом зависит от конкретной инициативы условного холдинга [8]. Используем данную схему информационного взаимодействия взяв для примера факторную поддержку процесса оценки надёжности инновационного электрооборудования в процессе эксплуатации, ТО и ремонта пассажирского вагона. В данном варианте будут представлены к рассмотрению только инновационная составляющая комплекта электрооборудования «КВИНТ ЭВ», созданного для железнодорожного транспорта ООО «АВП Технология», пассажирских вагонов типа МИКСТ модельного ряда 61-4440. После проведенных испытаний и соответствующей сертификации устройства комплекта «КВИНТ ЭВ» имеют улучшенные технические характеристики и обладают дополнительными возможностями, позволяющими оптимизировать условия труда персонала: проводников, поездных электромехаников, ремонтного персонала вагонного депо.

Для формирования исходной позиции кратко отметим её составляющие, т.е. внутри корпуса вагона и на поезде в целом находится множество различных устройств, которые зависят от правильного функционирования и распределения электрической энергии. Система снабжения вагона электричеством – это целая система силового электрооборудования и управления, целью которого является производство электроэнергии и канализация ее потребителям. Это одна из главных компонент поезда для обеспечения и комфорта пассажиров.

### **Исследование задачи**

Система электроснабжения пассажирского поезда может быть централизованной, она используется реже и её можно встретить в фирменных скоростных составах, таких как Невский и Столичный экспресс или наиболее распространённой – автономной. При автономной системе электроснабжения пассажирские составы имеют собственный источник энергии – это генератор и аккумуляторная батарея. Главным устройством является генератор, который приводится в работу приводом от колёсной пары. Перечень функций системы включает в себя освещение внутри вагонов и индивидуальных спальных, или сидячих мест, отопление вагонов в холодное время, вентиляция и охлаждение при превышении нормативной плюсовой температуры, питание приборов сигнализации и защитных устройств, обеспечение хранения продуктов питания в охлаждающих камерах, питание вспомогательного (средства электросвязи) и сервисного оборудования [2, 9].

В настоящее время большой объём по производству электрооборудование пассажирских вагонов выполняет компания «Электро-Петербург». Важный фактор при производстве надёжного электрического оборудования – это работа поезда в тяжелых эксплуатационных условиях, таких как Восточный полигон Байкало-Амурской железнодорожной магистрали. При движении на состав действуют различные динамические силы, которые возникают во время вибрирования и толчков поезда на высокой скорости. Электрооборудование, находящееся с внешней стороны вагона, испытывает воздействие атмосферных факторов. При минусовой температуре понижается механическая устойчивость отдельных приборов, в жаркое время года, металлы часто страдают от коррозии, а постоянная работа системы кондиционирования на высокой мощности может вызывать перегрузку оборудования [9].

Таким образом для электрооборудования пассажирских вагонов требуется повышенная надёжность, т.е. стабильное функционирование поезда при любом температурном режиме от +40 до -50 градусов. повышенная влажность до 90%, высокая механическая прочность электроприборов, высокий внутренний потенциал сопротивления нагрузкам и воздействиям (толчки, удары, резкое торможение и сильная вибрация) [3, 5]. Определённой гарантией безопасности является аварийный источник питания и комплект защитной релейной аппаратуры. В связи с этим в компетенции, подтверждающей знание и умение обеспечения надёжности инновационного электрооборудования пассажирского вагона необходимо дополнительное развитие позиции в теоретической и практической части соответствующей дисциплины. (табл.1).

Таблица 1

**Трудоёмкость освоения особенностей функционирования инновационного электрооборудования на примере «КВИНТ ЭВ»**

№ п/п	Наименование инновационных позиций (принципов) электрооборудования пассажирского вагона	Разделение процесса освоения комплекса, %		Трудоёмкость, балл	Примечания
		Теория (ВУЗ)	Практика (предприятие)		
1	Модульное построение системы управления вагонным электрооборудованием и сбора информации о его состоянии	95	5	20	
2	Управление вагонным оборудованием от управляющего процессора через интерфейсную управляющую шину	95	5	10	
3	Изменения состава и алгоритмов работы управляемого оборудования, подключения дополнительного оборудования, которое устанавливается по дополнению заказчика вагона и требующего особых алгоритмов управления и электроснабжения	90	10	20	
4	Включение автоматического режима управления вагонным оборудованием в зависимости от регламентируемого режима поездки (рейс, посадка, высадка, отстой в составе поезда, резерв)	90	10	10	
5	Развитие возможности сбора корректной информации о работе оборудования по сводной шине управления с более глубокой диагностикой на основе полученной информации, а также управление в ручном и автоматическом режимах от единого вагонного терминала всем оборудованием вагона	90	10	10	
6	Конструктивное решение размещения внутреннего и внешнего оборудования, в том числе вагонное электrorаспределительное устройство, подвагонного генератора щиток регулирования напряжения генератора, блок управления вагонным оборудованием, панель управления, объединенная в вагонном пульте, который устанавливается в служебном отделении вагона.	90	10	10	
7	Объединение всех устройств интерфейсной CAN шиной и силовыми шинами питания. Вынесение блоков управления оборудованием за пределы общего вагонного щита управления для оптимизации электро монтажа вагона, когда этим блоки распределяются с учётом того, что каждый из них управляет оборудованием, топологически сосредоточенным вблизи него	90	10	10	
8	Для резервирования управляющей компоненты электрооборудования включение в регламентный режим – процессор, который при отказе основного управляющего процессора в комплекте электрооборудования КВИНТ ЭВ постоянно контролирует процесс по управляющей CAN шине между основным процессором и соответствующими блоками	90	10	10	
Итого				100	

Исходя из анализа таблицы, можно предположить повышенную трудоёмкость освоения как в теоретическом, так и в практическом аспекте. Для обеспечения полноценного освоения предмета исследования необходима координация образовательного учреждения, включающего позицию в производственную практику с производственными подразделениями Федеральной пассажирской компании (ФПК). Для оптимизации учебного процесса может быть использован компьютеризированный стенд с интерактивной составляющей (рис.3).

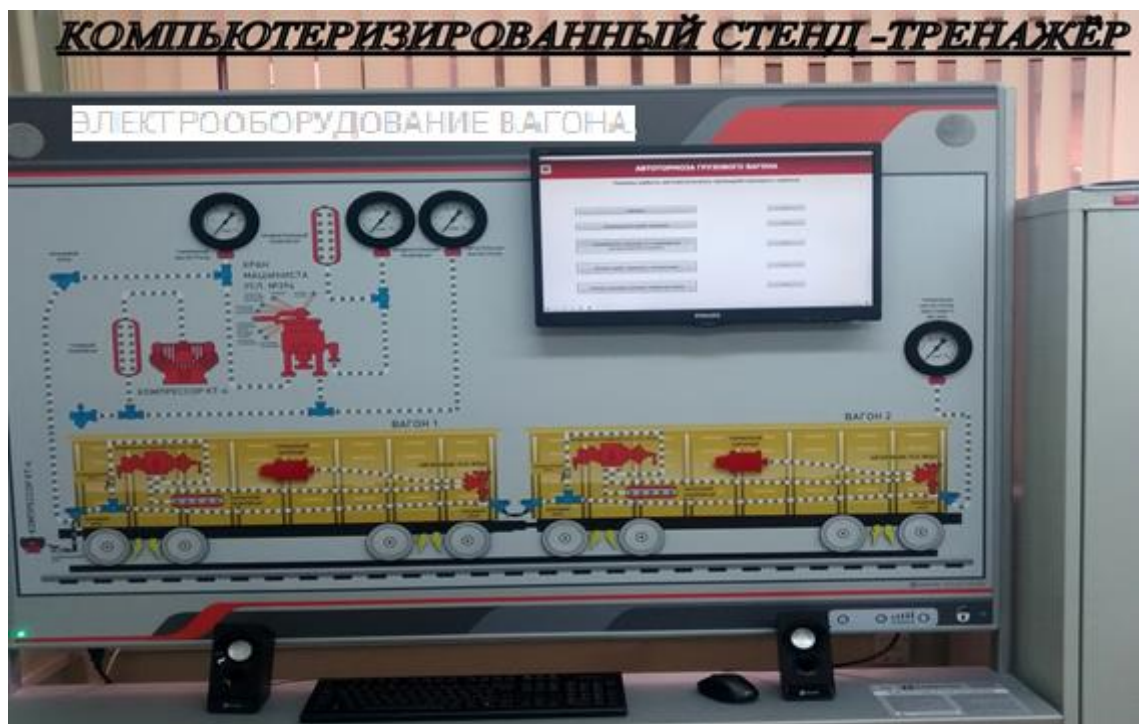


Рис. 3. Интерактивный стенд-тренажёр по оборудованию вагона

Таблица 2

Регламент использования стенда - тренажёра

№ п/п	Назначение и область применения	Интерактивный стенд-тренажёр позволяет
1	Предназначен для профессиональной подготовки специалистов подразделений в целях изучения состава и принципа действия инновационного электрооборудования (из комплекта компьютерных программ, прилагаемых к стенду и разрабатываемых дополнительно), ознакомления с типовыми неисправностями, освоения приемов выполнения работ при техническом обслуживании и ремонте электрооборудования пассажирских вагонов при усвоении требований инструкций, и руководящих документов	а) обеспечить получение теоретических профессиональных знаний при обучении или повышении квалификации по организации технического обслуживания
		б) провести формирование и совершенствование практических навыков умений в рамках подтверждаемой компетенции
		в) обеспечить визуализацию моделирования выполняемых операций и процедур в режиме реального времени, с возможностью моделирования ситуационных задач путем ввода неисправностей и проверки реакции на возмущающее воздействие.
		г) реализовать подготовку специалистов в различных режимах: обучение, обучение-тренировка с возможностью самоконтроля
2	Контроль уровня знаний и компетенций	В зависимости от содержания и ориентации включаемой программы

Локализации таких интерактивных компьютеризированных стендов благоприятна не только в вагон-лабораториях (один на группу ВУЗов) но и на предприятии – изготовителя инновационного электрооборудования, а также в подразделениях ФПК для обеспечения производственной практики студентов и повышения квалификации ремонтного и эксплуатирующего оборудование персонала.

#### Заключение

Таким образом, включение в содержание компетенции позиции оценка эксплуатационной надёжности электрического оборудования, рассмотренного на примере с внедрением комплекса «КВИНТ ЭВ», с освоением на интерактивном тренажёре, предполагает как повышение стабильности и безопасности работы электрооборудования пассажирского вагона, так и возможность работы всей системы управления в полуавтоматическом и автоматическом режимах.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Устич П.А., Карпычев В.А., Овечников М.Н. Надёжность рельсового нетягового подвижного состава. - М.: Маршрут, 2004.
2. Егоров В.П. Устройство и эксплуатация пассажирских вагонов. 2-е изд., перераб. и доп. — М: Транспорт, 1999. 336 с
3. СТО РЖД 1.02.035 – 2010. Управление ресурсами на этапах жизненного цикла, рисками и анализом надежности (УПРАН). Порядок определения допустимого уровня риска: Утв. Распоряжением ОАО .РЖД. от 13.12.2010 г. № 2570р).
4. What is ALARP and why do you need to know it? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cultofsea.com/safety/alarp-need>.
5. Richard R. SFAIRP vs ALARP // Conference on Railway Excellence. Adelaide, 5 – 7 May 2014 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.r2a.com.au/wp-content/uploads/2011/10/CORE%202014%20paper%20SFAIRP%20vs%20ALARP.pdf>.
6. Лескова И.А. Топология образовательного пространства // Мир науки. Педагогика и психология, 2019 №2, <https://mir-auki.com/PDF/38PDMN219.pdf>
7. Тюньков В.В., Санина Л.В., Санникова Е.Г. Риск – менеджмент в синергетике учебного процесса на старших курсах университета при подготовке инженеров – специалистов. Baikal Research Journal. 2016 vol.7, no. 4. ISSN 2411 – 6262.
8. Санникова Е.Г., Тюньков В.В., Рычков Н.П., Матвиенко А.С. Априорная нелинейность компетентностного подхода в подготовке инженерных кадров В сборнике: Современные проблемы профессионального образования: опыт и пути решения. Материалы Пятой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2020. С. 501-504.
9. Райков Г. В., Краснобаев А. М., Федяинова С. В. Совершенствование системы технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов // Проблемы железнодорожного транспорта. Задачи и пути их решения: сб. тр. ученых ОАО ВНИИЖТ / под ред. Б. М. Лapidуса, Г. В. Гогричани. М.: Интекст, 2012. С. 126 – 132

## REFERENCES

1. Ustich P.A., Karpychev V.A., Ovechnikov M.N. Reliability of rail non- traction rolling stock. – М.: Route, 2004.
2. Egorov V.P. The device and operation of passenger cars. 2nd ed., revised . and additional - М: Transport, 1999. 336 p .
3. ONE HUNDRED Russian Railways 1.02.035 - 2010. Management resources on stages vital cycle , risks and analysis reliability ( URRAN ). Order definitions admissible level risk : Approved . order JSC . RZD . from 13.12.2010 \_\_ No. 2570 r ).
4. What is ALARP and why do you need to know it? [ Electronic resource ]. URL : <https://www.cultofsea.com/safety/alarp-need>.
5. Richard R. SFAIRP vs ALARP // Conference on Railway Excellence. Adelaide, 5 – 7 May 2014 [Electronic resource]. URL:<http://www.r2a.com.au/wp-content/uploads/2011/10/CORE%202014%20paper%20SFAIRP%20vs%20ALARP.pdf>.
6. Leskova I.A. Topology of educational space // World of Science. Pedagogy and psychology, 2019 No. 2, <https://mir-auki.com/PDF/38PDMN219.pdf>.
7. Tyunkov V.V., Sanina L.V., Sannikova E.G. Risk - management in the synergetics of the educational process at the senior courses of the university in the preparation of engineers - specialists. Baikal Research Journal . 2016 vol.7, no . 4. ISSN 2411-6262.
8. Sannikova E.G., Tyunkov V.V., Rychkov N.P., Matvienko A.S. A priori nonlinearity of the competence-based approach in the training of engineering personnel In the collection: Modern problems of vocational education: experience and solutions. Materials of the Fifth All-Russian scientific-practical conference with international participation. 2020. S. 501-504.

9. Raykov G . V ., Krasnobaev A . M ., Fedyainova C . B . Perfection systems technical service and repair passenger wagons // Problems railway transport . Tasks and way them solutions : Sat. \_ tr . scientists JSC VNIIZhT / under ed . B . M . Lapidus , G. \_ B . Gogrichiani . M .: Intext , 2012. pp . 126-132.

### **Информация об авторах**

*Сверкунов Данил Русланович* – магистрант ЭТТм.1-22-1, кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [sverkunov\\_dr@irgups.ru](mailto:sverkunov_dr@irgups.ru).

*Воронова Юлия Владиславовна* – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [voronova\\_uv@irgups.ru](mailto:voronova_uv@irgups.ru)

*Тюньков Владислав Владимирович* – д.т.н., профессор кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [tunkov@bk.ru](mailto:tunkov@bk.ru)

### **Information about the authors**

*Sverkunov Danil Ruslanovich* – undergraduate ETTm.1-22-1, Department «Cars and carriage facilities», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: [sverkunov\\_dr@irgups.ru](mailto:sverkunov_dr@irgups.ru).

*Voronova Yulia Vladislavovna* – Ph.D. of Engineering Sciences, Associate Professor of the department «Cars and carriage facilities», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: [voronova\\_uv@irgups.ru](mailto:voronova_uv@irgups.ru)

*Tyunkov Vladislav Vladimirovich* – Sc.D of Engineering Sciences, Professor of the department «Cars and carriage facilities», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: [tunkov@bk.ru](mailto:tunkov@bk.ru)