

УДК 656.212.001.57

Г.Я. Мозолевич, к.т.н., доцент кафедри «Станції та вузли» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Р.В. Вернигора, к.т.н., доцент кафедри «Станції та вузли» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРЕНАЖЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Статья посвящена проблеме создания современных компьютерных тренажеров для подготовки студентов транспортных ВУЗов и оперативно-диспетчерского персонала железных дорог. Рассмотрены принципы построения и функциональные возможности компьютерного тренажера дежурного по станции.

The article is devoted to a problem of creating contemporary simulating programs for training the students of the transport highest educational establishments as well as railway management staff. There were examined the principals of creating the simulating program of a station manager and studied its functional possibilities.

Ключевые слова: профессиональное обучение, подготовка студентов, оперативно-диспетчерский персонал, компьютерные тренажеры, имитационное моделирование.

Актуальность и постановка проблемы

Транспортные системы являются одним из наиболее важных жизнеобеспечивающих элементов каждого государства. Эффективность и безопасность функционирования железнодорожных дорог – составляющей части транспортной системы – зависит как от уровня их технического оснащения и технологии работы, так и от качества организации системы управления, основным звеном которой является оперативно-диспетчерский персонал (ОДП): дежурные по станции (ДСП), маневровые диспетчера (ДСЦ), дежурные по горке (ДСПГ).

Подготовка ОДП начинается со студенческой скамьи в транспортных коллед-

жах и ВУЗах. Использование инновационных методик образовательной деятельности является важной составляющей качества подготовки будущих специалистов. Надежная и уверенная работа ОДП в любых условиях, особенно в нестандартных ситуациях, является важным фактором обеспечения безопасности движения и повышения эффективности работы железнодорожных станций и участков. Вместе с тем, анализ причин браков, допускаемых на отечественных железных дорогах по хозяйству перевозок, показывает, что около 40% случаев брака происходит по вине дежурных по станции и поездных диспетчеров [1]. Подобная тенденция наблюдается и на зарубежных железных дорогах [2]. Неправильные или нерациональные управляющие действия дежурного по станции или маневрового диспетчера могут привести не только к снижению эффективности работы станции, но зачастую являются причиной возникновения аварийной ситуации. В этой связи проблема качественной подготовки и профессионального отбора работников оперативно-диспетчерского звена всегда являлась актуальной и требовала особого внимания, как на уровне учебных заведений, так и на производстве.

Исходя из этого, в данной статье авторами поставлена задача анализа существующей системы подготовки ОДП железных дорог, поиска путей ее совершенствования на основе современных обучающих тренажеров, а также оценки эффективности их использования при обучении студентов.

Анализ существующей системы подготовки ОДП для железных дорог Украины, пути повышения профессионального уровня ОДП

Традиционная система подготовки ОДП на железных дорогах предполагает передачу знаний и навыков опытным инструктором новому работнику. При этом претендент на должность должен иметь соответствующее образование, пройти стажировку на реальном рабочем месте, овладевая навыками и приемами работы, изучая технологический процесс и различные руководящие документы. Обучение на рабочем месте продолжается в течение довольно длительного периода (от 3-х до 6-ти месяцев). После стажировки новый работник сдает экзамен и работает несколько смен под наблюдением инструктора, а далее приступает к самостоятельной работе. При этом нередки случаи, когда после курса обучения стажер может быть признан непригодным к выполнению работы, связанной с управлением движением поездов. Так, в [3] указывается, что основной причиной нарушений безопасности движения по хо-

зьяйству перевозок является несоответствие субъективных возможностей диспетчерского персонала характеру выполняемой работы. В большинстве же случаев вывод о непригодности работника к управлению движением следует после совершения им действий, ставших причиной аварии или сбоя в работе транспортных систем. Кроме того, по текущей деятельности часто невозможно сделать вывод о предполагаемых действиях работника в нестандартных ситуациях. Имитировать же возникновение нестандартной ситуации для отработки соответствующих действий при обучении на реальном рабочем месте зачастую не представляется возможным.

Указанные проблемы могут быть решены, если наряду с традиционными методами подготовки ОДП использовать автоматизированные обучающие системы (АОС), среди которых наиболее эффективными являются тренажеры. В Днепропетровском университете железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна (ДНУЖТ) при подготовке специалистов по направлению «Транспортные технологии» используются как аппаратные тренажеры (рис. 1), так и имитационные тренажеры на базе современных средств вычислительной техники (рис. 2).



Рис. 1 – Аппаратный тренажер дежурного по станции

Аппаратные тренажеры имеют преимущества, которые, в первую очередь, касаются визуального восприятия рабочего места и выработки моторных профессиональных навыков. В отличие от них, имитационные тренажеры при значительно меньшей стоимости, по сравнению с аппаратными и программно-аппаратными тренажерами, позволяют моделировать практически любую эксплуатационную ситуа-

цию, которая может возникнуть на **транспортном** объекте в реальных условиях, а также решать широкий круг задач, связанных с обучением ОДП. При этом проблема создания подобных тренажеров сводится лишь к разработке соответствующего программного обеспечения.

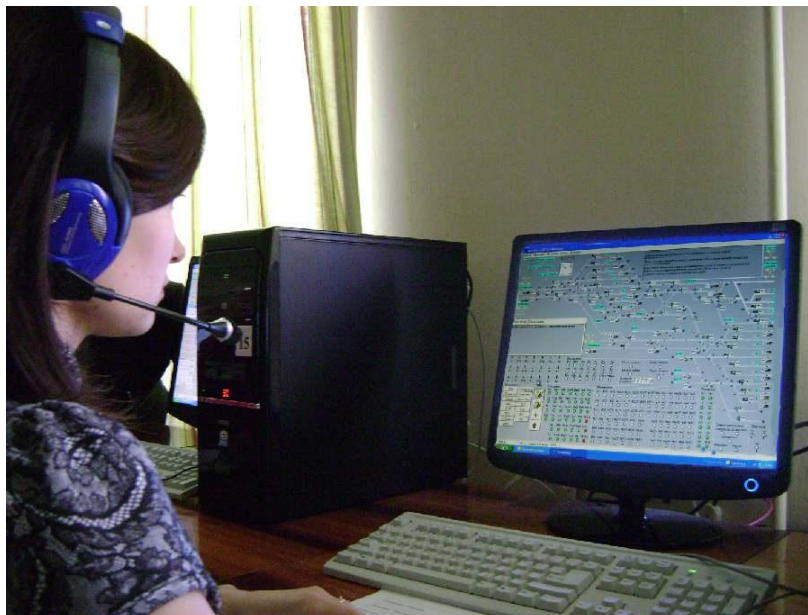


Рис. 2 – Имитационный тренажер ДСП

Необходимо отметить, что компьютерный тренинг широко применяется во многих отраслях производства. В Украине огромный опыт создания и использования тренажерных систем накоплен в энергетической отрасли, на воздушном и морском транспорте. На железнодорожном транспорте тренажеры на протяжении многих лет с успехом используются при обучении машинистов локомотивов [3].

В отношении создания и применения тренажеров для подготовки диспетчерского персонала железнодорожных станций и участков особый интерес вызывает опыт зарубежных железных дорог. Многие ведущие зарубежные железнодорожные компании в США, Франции, Германии, Японии широко используют компьютерный тренинг при подготовке ОДП. С этой целью ими созданы специальные центры компьютерной подготовки и тестирования персонала, периодическое прохождение обучения в которых является обязательным [4-5]. Также заслуживает внимания опыт ПГУПСа (г. Санкт-Петербург), где создана специальная лаборатория систем компьютерного тренинга ОДП, разработки которой широко внедряются на железных дорогах России [6]. Практический опыт применения тренажерных систем при подготовке персонала железных дорог показал их высокую эффективность.

Вместе с тем, в Украине в настоящее время при подготовке ОДП железнодо-

рожных участков и станций компьютерный тренинг **используется не достаточно широко**, что существенно снижает эффективность процесса обучения. Одной из причин такой ситуации является фактическое отсутствие эффективных современных тренажерных систем отечественного производства на рынке профессионального обучения. В этой связи на протяжении нескольких последних лет сотрудниками кафедры «Станции и узлы» ДНУЖТ активно ведутся работы по созданию компьютерных тренажеров для подготовки ОДП железнодорожного транспорта. В настоящее время специалистами ДНУЖТ разработаны и внедрены тренажеры для подготовки ДСП нескольких крупных технических станций Украины, ведется разработка тренажеров поездных диспетчеров [7].

В структуре тренажера ДСП можно выделить три взаимосвязанные составляющие [8]: 1) информационную модель рабочего места ДСП (ИМ); 2) функциональную модель станции (ФМС); 3) модель инструктора (МИ). Информационная модель тренажера предназначена для имитации реального рабочего места ДСП и отображения в процессе тренировки всей необходимой в работе информации, как визуальной так и вербальной. ФМС обеспечивает моделирование технологического процесса работы станции по обслуживанию поездов и маневровых составов, имитирует работу системы станционной автоматики, а также моделирует все передвижения в пределах станции и на подходах к ней. Модель инструктора обеспечивает организацию, сопровождение и оценку тренировки. Структура тренажера ДСП и функции его составляющих приведены на рис. 3.

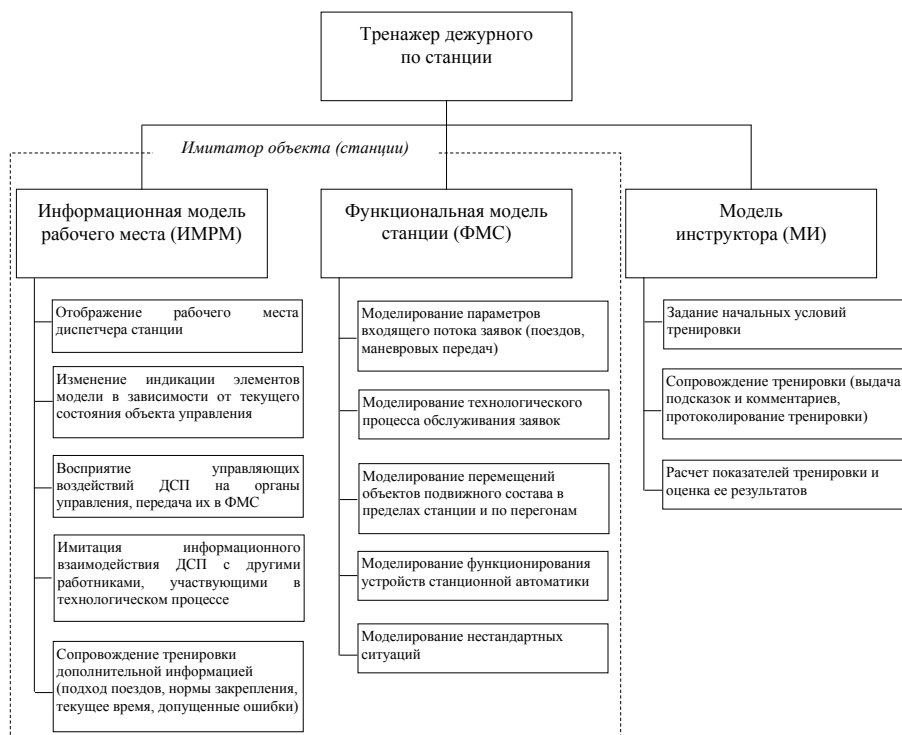


Рис. 3 – Структура тренажера ДСП и функции его составляющих

В разработанных имитационных тренажерах на экране отображается рабочее место дежурного по станции, в т.ч. световая мнемосхема парка или станции, сигнальные лампочки, кнопки и рукоятки управления, а также другие элементы, необходимые в работе (рис. 4).

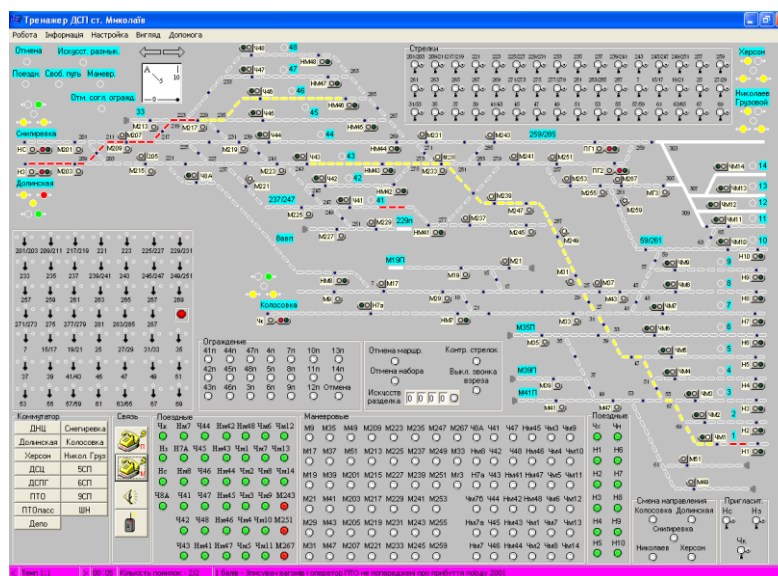


Рис. 4 – Внешний вид тренажера ДСП технической станции

Тренажеры позволяют готовить поездные и маневровые маршруты путем переключения стрелочных рукояток и нажатия кнопок светофоров. В процессе тренировки детально моделируется технологический процесс обслуживания поездов разных категорий с учетом всех предусмотренных операций, все поездные и маневровые передви-

жения в пределах станции и по прилегающим перегонам. Все передвижения отображаются на мнемосхеме станции так же, как и на реальных пультах. Для изучения и отработки установленного регламента информационного взаимодействия во время тренировки осуществляется имитация оперативных переговоров, которые ДСП ведет в процессе работы. С этой целью предусмотрен вывод в звуковой и текстовой форме сообщений дежурному по станции от всех работников, участвующих в технологическом процессе. Вызов необходимого работника реализован с помощью системы меню и команд.

Разработанные тренажеры также предусматривают возможность работы в условиях нарушения нормального функционирования средств станционной автоматики. Это позволяет изучать порядок действий и регламент переговоров в нештатных **ситуациях**.

Основу каждого тренажера составляет мощная эргатическая имитационная модель соответствующей станции. С этой целью сотрудниками кафедры «Станции и узлы» ДНУЖТ разработана оригинальная концепция эргатических моделей железнодорожных станций, в которых человек принимает непосредственное участие в процессе моделирования, выполняя функции диспетчера [8].

При построении функциональной модели станция рассматривается как сложная управляемая система массового обслуживания, состоящая из множества различных элементов, которые в процессе работы тесно взаимодействуют друг с другом, оказывая взаимное влияние (**путевое развитие, устройства станционной автоматики, исполнители технологических операций и др.**). В этой связи эргатическая ФМС включает:

- **модель путевого развития**, которая необходима для представления геометрических параметров плана путевого развития, контроля текущего состояния стрелочных переводов и моделирования занятия путевых участков подвижным составом;

- *модель системы управления перемещениями*, которая имитирует функции станционных устройств автоматики и телемеханики, обеспечивающих взаимодействие между пультом-табло и напольными устройствами;

- *модель технологического процесса станции*, которая содержит данные об обслуживаемых объектах (локомотивах, составах, поездах) и используется для имитации их перемещения, моделирования операций обслуживания, а также занятия и освобождения исполнителей технологических операций (сигналистов, бригад ПТО и др.).

Структура ФМС и схема взаимодействия ее моделей приведена на рис. 5.

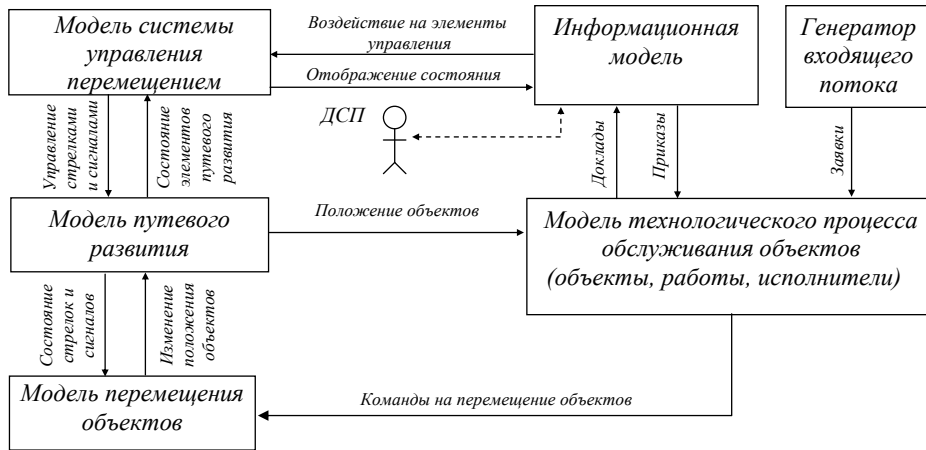


Рис. 5 – Структура функциональной эргатической модели железнодорожной станции

Очевидно, что наибольший эффект от применения имитационных тренажеров может быть получен в том случае, когда работник проходит обучение на тренажере именно той станции, где ему в последствии предстоит работать. В этой связи возникает проблема тиражирования тренажеров для конкретных станций. Для ее решения в разработанном тренажере ДСП была реализована модульная структура построения (рис. 6). При этом все модели реализованы в виде отдельных модулей, построенных на объектно-ориентированной платформе. Каждый такой модуль функционирует автономно, а их взаимодействие и синхронизация выполняется через модуль синхронизации с помощью специально разработанного языка запросов в дискретные моменты системного времени.

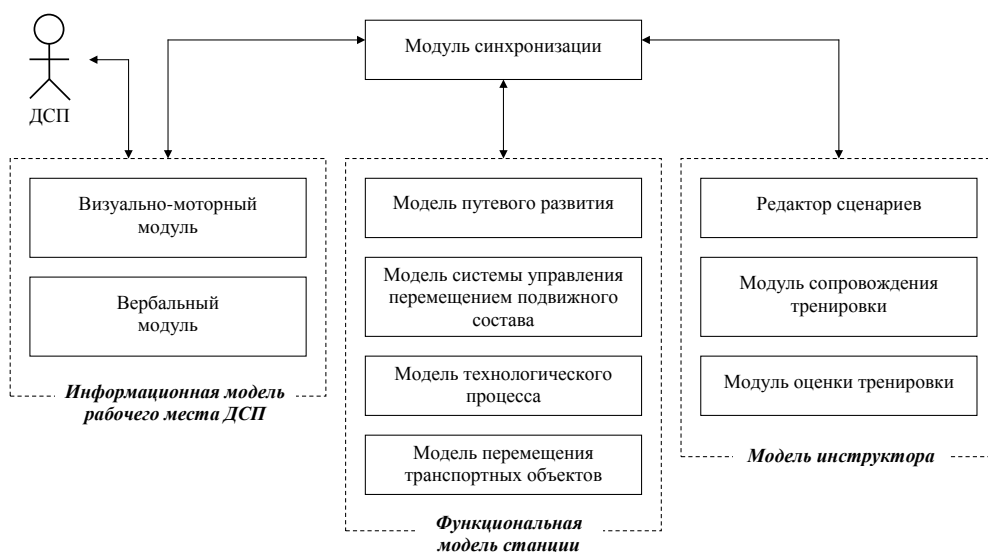


Рис. 6 – Модульная структура тренажера ДСП

Модульная организация позволяет легко модифицировать ФМС в соответствии с конструкцией и технологией моделируемой станции, а также существенно ускорить разработку тренажеров для требуемых станций за счет использования отдельных универсальных модулей. При этом для автоматизированного построения такого рода моделей и тренажеров разработаны специальные программно-инструментальные средства, что дает возможность в сравнительно короткие сроки создавать имитационные тренажеры для подготовки ДСП разных станций.

Анализ результатов использования тренажеров при обучении студентов

В процессе тренировки фиксируются все допущенные обучаемыми ошибки. По результатам тестирования определяются основные показатели тренировки, которые позволяют оценить уровень профессиональной подготовки. В состав каждого тренажерного комплекса также включен редактор начальных условий, который позволяет быстро составить задание на тренировку с любым уровнем сложности.

Для оценки результатов тренировки в разработанных тренажерах используется метод дискриминантного анализа, позволяющий на основе ряда различных показателей отнести тренируемого к одной из групп, каждая из которых включает работников с определенным уровнем профессиональной обученности. Так, в процессе работы на тренажере все действия тренируемого фиксируются, а по окончании тренировки рассчитывается ряд показателей (простой поездов в парке, допущенные ошибки и др.), которые образуют вектор классифицирующих переменных $X^* = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$. Вектор X^* используется для классификации тренируемого к одной из групп оцененных ранее работников, информация о которых содержится в базе данных тренажера. Тренируемый относится к той группе, для которой значение дискриминантной функции нормального распределения обращается в максимум [9]. Первоначальная классификация работников для получения исходной базы выполняется методами кластерного анализа с учетом экспертных оценок.

Важную роль при использовании тренажеров играет система организации процесса обучения. Весьма существенной в этом отношении является проблема определения необходимого числа тренировок и их продолжительности, которая может быть решена экспериментальным путем. С этой целью было проведено исследование процесса обучения на тренажере ДСП группы из 10 студентов, которые до начала занятий были

практически не знакомы с технологией управления движением поездов на станциях. С группой было проведено 7 занятий по 1 часу; занятия проводились через день. Результаты тренировок оценивались по следующим показателям: Z – число допущенных ошибок, приходящихся на один обработанный поезд; $T_{\text{п}}$ – средний простой поезда в парке приема станции; $T_{\text{н}}$ – средний простой поезда на соседних станциях по неприему; $T_{\text{с}}$ – средний простой поезда перед входным сигналом станции. Средние значения указанных показателей по каждому занятию приведены в табл. 1. Кроме того, определена средняя эффективность каждого i -го занятия по сравнению с предыдущим (dE_1) и по сравнению с первым занятием (dE_2):

$$dE_1^i = \left(\sum_j^m \frac{P_{i-1,j} - P_{i,j}}{P_{i-1,j}} 100\% \right) / m, \quad dE_2^i = \left(\sum_j^m \frac{P_{1,j} - P_{i,j}}{P_{1,j}} 100\% \right) / m, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

где $P_{i,j}$ – значение j -го показателя после i -го занятия; m – общее число оцениваемых показателей; n – количество проведенных занятий. Значения dE_1 и dE_2 по каждому занятию также приведены в табл. 1. Динамика изменения эффективности занятий на тренажере ДСП представлена в виде графиков (рис. 7).

Анализируя табл. 1 и рис. 7, можно обнаружить, что наибольший эффект от обучения достигнут после 3-го и 4-го занятий, далее качество показателей монотонно возрастает, но эффект от каждого занятия снижается. Средний эффект от одного занятия по всем показателям составил 36,6%; эффект от общего курса тренировок (относительно первого занятия) составил 86,4%.

Таблица 1. Результаты обучения студентов на тренажере ДСП

№ зан.	Z , ош./поезд	$T_{\text{п}}$, мин	$T_{\text{н}}$, мин	$T_{\text{с}}$, мин	dE_1 , %	dE_2 , %
1	18,10	96,83	10,27	3,50	-	-
2	9,92	75,71	7,17	2,80	29,3	29,3
3	3,61	58,55	3,75	1,10	48,7	62,9
4	1,32	51,97	1,99	0,25	49,7	78,1
5	0,68	48,58	1,41	0,08	38,0	82,5
6	0,38	46,16	1,00	0,05	28,9	84,7
7	0,19	43,13	0,77	0,04	24,9	86,4

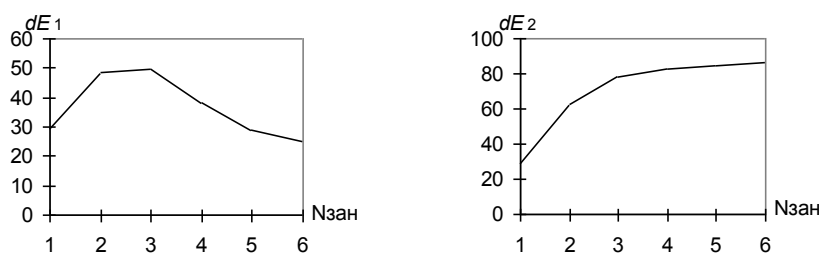


Рис. 7 – Динамика изменения эффективности занятий на тренажере

После курса тренировок студенты в достаточном объеме изучили технологию работы сортировочной станции, научились готовить маршруты движения и вести оперативные переговоры, получили навыки принятия оперативных решений, связанных с планированием работы по приему и расформированию поездов.

Для оценки эффективности обучения на тренажере были проведены занятия с группой из 10 профессиональных ДСП, в результате чего получены средние значения показателей: $Z = 0,48$ ошибок/поезд, $T_{\text{п}} = 42,7$ мин, $T_{\text{н}} = 1,2$ мин, $T_{\text{с}} = 0,0$ мин. Как видно из приведенных данных, после 6-ти занятий студенты, ранее не знакомые с принципами управления движением поездов, при решении определенного круга задач в процессе работы на тренажере достигли таких же результатов, что и профессиональные работники. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности применения тренажеров при подготовке ОДП железных дорог.

Выводы

Тренажерные комплексы являются эффективным средством обучения и тестирования студентов транспортных ВУЗов и персонала, связанного с управлением движением поездов. Использование тренажеров в комбинации с традиционными методами подготовки позволит ускорить процесс обучения, повысить его качество, сократить затраты на обучение.

В настоящее время разработанные в ДНУЖТ тренажеры внедрены на ряде сортировочных станций Приднепровской и Одесской железных дорог, а также активно используются в учебном процессе в ДНУЖТ, Государственном экономико-технологическом университете транспорта (г. Киев) и в железнодорожных техникумах Николаева, Одессы и Симферополя, в т.ч. и при повышении квалификации работников оперативно-диспетчерского персонала железных дорог. Практическое использование разработанных в ДНУЖТ компьютерных тренажеров дает основания рекомендовать их к широкому применению для подготовки оперативно-диспетчерского персонала для железных дорог Украины.

Список использованных источников

1. Самсонкин В.Г. Человеческий фактор в обеспечении безопасности железнодорожного транспорта. //Инф-упр. системы на ж.д. тр-те. – 2000. – №5–6. – с. 65–67.
2. Schmidt A., Miller R. Faktor mensch und sicherheit des grenzüberschreitenden schienenverkehrs // ETR: Eisenbahntechn. – 2004. – №12 – с.832-836.

3. Блохин Е.П. и др. Тренажер для обучения машинистов безопасным и экономичным способам вождения поездов //Залізничний транспорт України. – 1997. – №2, – с.25-28.
4. Тренажеры на железнодорожном транспорте. //Железные дороги мира. – 1997. – №4. – с.31–34.
5. Человеческий фактор на железных дорогах. //Железные дороги мира. – 1998. – №5. – с.32–38.
6. Тимергалин Х.Н. Возможности автоматизированных обучающих систем и тренажеров. //Железнодорожный транспорт. – 2004. – №4 – с.84-87.
7. Козаченко Д.М., Мозолевич Г.Я., Вовк Д.І. Розробка ергатичної моделі диспетчерської дільниці // Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: тези доп. LXVII Міжнар. науково-практ. конф. – Д.: ДІТ, 2007. – С.131–132.
8. Бобровский В.И., Козаченко Д.Н., Вернигора Р. В. Эргатические модели железнодорожных станций. // Зб. наук. праць КУЕТТ: Серія “Транспортні системи і технології”, Вип. 5. – К.: КУЕТТ, 2004. – с. 80-86.
9. Малиновский Л.Г. Классификация объектов средствами дискриминантного анализа. – М.:Наука, – 1979.