

УДК 378.14

МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВ ПОДГОТОВКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА

¹Боровиков И.Г., ¹Вивчарь Р.М., ²Волков Н.А., ¹Пачин А.В.

¹ФГБВОУ ВО «ВКА имени А.Ф. Можайского» МО РФ, Санкт-Петербург,
e-mail: borovikovig@mail.ru, ramzec92@rambler.ru, pachin.andreg@bk.ru;

³1-й Государственный испытательный космодром МО РФ, Мирный, e-mail: murmuryanin@yandex.ru

Проведен анализ современных учебно-тренировочных средств, предназначенных для обучения технологического персонала, эксплуатирующего сложные технические системы, который показал, что при разработке и совершенствовании учебно-тренировочных средств недостаточно учитываются накопленные знания о механизмах обучения и способности персонала к освоению учебного материала. Представлены модели деятельности в тренинге, с помощью которых достаточно достоверно можно описать процесс приобретения знаний и навыков во время обучения. Разработана методика использования учебно-тренировочных средств, которая позволит повысить уровень обученности технологического персонала в существующей системе подготовки с использованием учебно-тренировочных средств за счет применения моделей процесса приобретения знаний, которые позволяют формировать план обучения персонала с учетом индивидуальных способностей к освоению теоретических знаний и практических навыков. Применение методики позволит проводить обучение эксплуатирующего персонала с достаточным качеством без изменения системы подготовки. В качестве примера представлен расчет параметров процесса обучения оператора дизель-генераторной установки с использованием разработанной методики. Сделан вывод о необходимости использовать методику при разработке новых и совершенствовании существующих учебно-тренировочных средств обучения технологического персонала, эксплуатирующего сложные технические системы.

Ключевые слова: учебно-тренировочное средство, модель деятельности, методика использования, план обучения, технологический персонал

THE METHOD OF USING TRAINING TOOLS LEARNING TECHNICAL PERSONNEL

¹Borovikov I.G., ¹Vivchar R.M., ²Volkov N.A., ¹Pachin A.V.

¹Mozhaisky Military Space Academy, Saint-Petersburg, e-mail: borovikovig@mail.ru,
ramzec92@rambler.ru, pachin.andreg@bk.ru;

²1st State Test Space Ministry of Defense, Mirnyy, e-mail: murmuryanin@yandex.ru

The analysis of modern training tools designed to train technological personnel operating complex technical systems, which showed that the development and improvement of training tools do not take into account the accumulated knowledge about the mechanisms of training and the ability of personnel to master the training material. The models of activity in training are presented, with the help of which it is possible to describe the process of acquiring knowledge and skills during training. The method of use of training tools, which will increase the level of training of technological personnel in the existing training system using training tools through the use of models of the process of acquiring knowledge, which allow to form a plan of training of personnel taking into account individual abilities to develop theoretical knowledge and practical skills. The application of the methodology will allow training of operating personnel with sufficient quality without changing the training system. As an example, the calculation of the parameters of the process of training the operator of a diesel generator set using the developed technique is presented. It is concluded that it is necessary to use the methodology in the development of new and improvement of existing training tools for learning technological personnel operating complex technical systems.

Keywords: method of use, activity model, method of use, training plan, technological personnel

Идея обучения технологического персонала, эксплуатирующего сложные технические системы (СТС) с использованием компьютерных учебно-тренировочных средств (УТС), появилась относительно давно. Не учитывая время, когда для компьютерного тренинга предъявляли иллюстрации с различными состояниями измерительных приборов и регуляторов [1] или использовали натурные копии реальных объектов с добавлением простейших элементов автоматики, имитирующих взаимодействие человека с системой, идея обучения с помощью компьютерных УТС появилась в 1981 г. [2].

До настоящего времени, разрабатывая УТС, производители выполняют аппарат-

но-программную часть, эмуляторы системы управления, модели тренажа и т.д. самостоятельно. Это позволяет охранять интеллектуальную собственность производителей, но совершенно не способствует получению максимально возможного качества указанных отдельных компонентов. В частности, разрабатываемые УТС недостаточно учитывают особенности обучающегося и предметной области тренинга. Однако изучаемая уже более пятидесяти лет проблема обучения персонала, эксплуатирующего СТС [3], позволяет использовать накопленные знания о механизмах деятельности персонала и механизмах его обучения при разработке новых и совершенствовании уже существующих УТС.

Таким образом, в сложившихся обстоятельствах становится весьма актуальной разработка методик использования УТС, позволяющей разрабатываемым и совершенствуемым УТС планировать процесс обучения эксплуатирующего персонала с учетом индивидуальных способностей к освоению теоретических знаний и практических навыков, а также накопленных знаний о механизмах их приобретения. При этом методика должна быть достаточно универсальной и независимой от состава аппаратной части УТС.

Модель деятельности персонала в тренинге

Общепризнанным фактом является то, что в основе деятельности эксплуатирующего персонала лежит механизм распознавания образов [4]. Такое положение согласуется с современными физиологическими [5] и когнитивными [6] представлениями. Более того, сама категория опыта, чрезвычайно значимая в проблематике обучения, трактуется многими исследователя-

ми именно как высокоразвитая способность к распознаванию образов [7].

Разработанная В. Роузом [7] модель принятия решений трактует деятельность персонала при устранении неисправностей, как трехэтапный процесс, состоящий из идентификации неисправности, поиска причин ее возникновения и устранения последствий (табл. 1). При этом процесс идентификации можно трактовать, как процесс распознавания отклонений приведших к наступившему событию, и как анализ информации, которую наблюдает оператор. В наиболее простых случаях, когда известны требования к показателям приборов учета оператор может выступать в роли «независимого наблюдателя», способного определить момент наступления нежелательного события с помощью определения рассогласования между требуемыми и наблюдаемыми значениями. Однако при повышении сложности объекта оператор согласует свою деятельность с применением процедур анализа содержания возникшей ситуации.

Таблица 1

Классификация деятельности эксплуатирующего персонала

Этапы принятия решений	Действия	Тип навыка	Ведущие когнитивные процессы
Идентификация	Контроль	Ориентирование	Сенсорно-перцептивные процессы
	Распознавание отклонений	Распознавание отклонений	
Поиск причин	Генерация и проверка гипотез	Поиск причин неисправности	Когнитивные процессы принятия решений
		Прогнозирование последствий и планирование	
Устранение	Исполнение	Исполнение процедур	Сенсорно-перцептивные процессы
		Ориентирование	

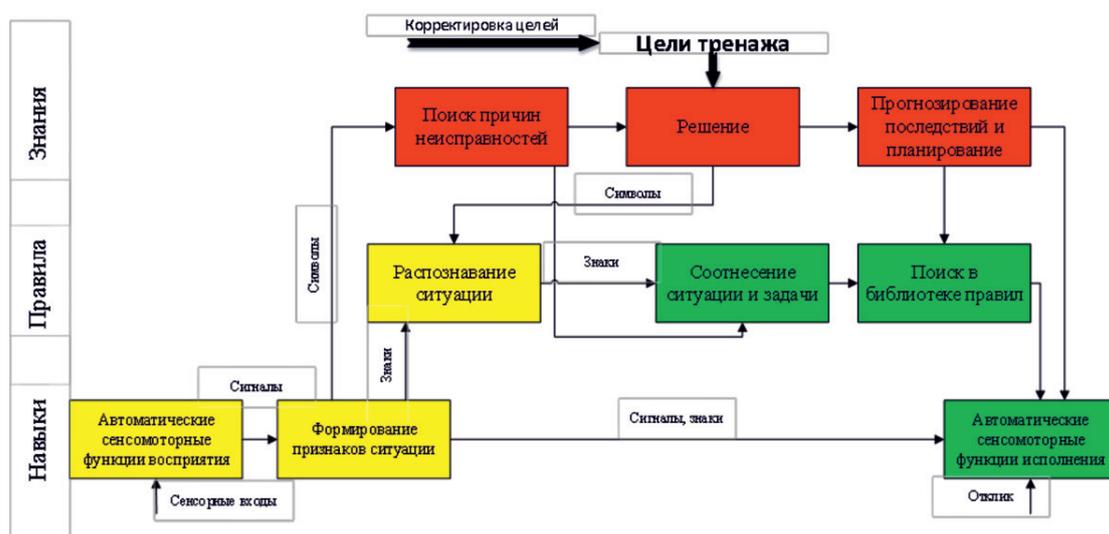


Рис. 1. Деятельность обучаемого в тренинге

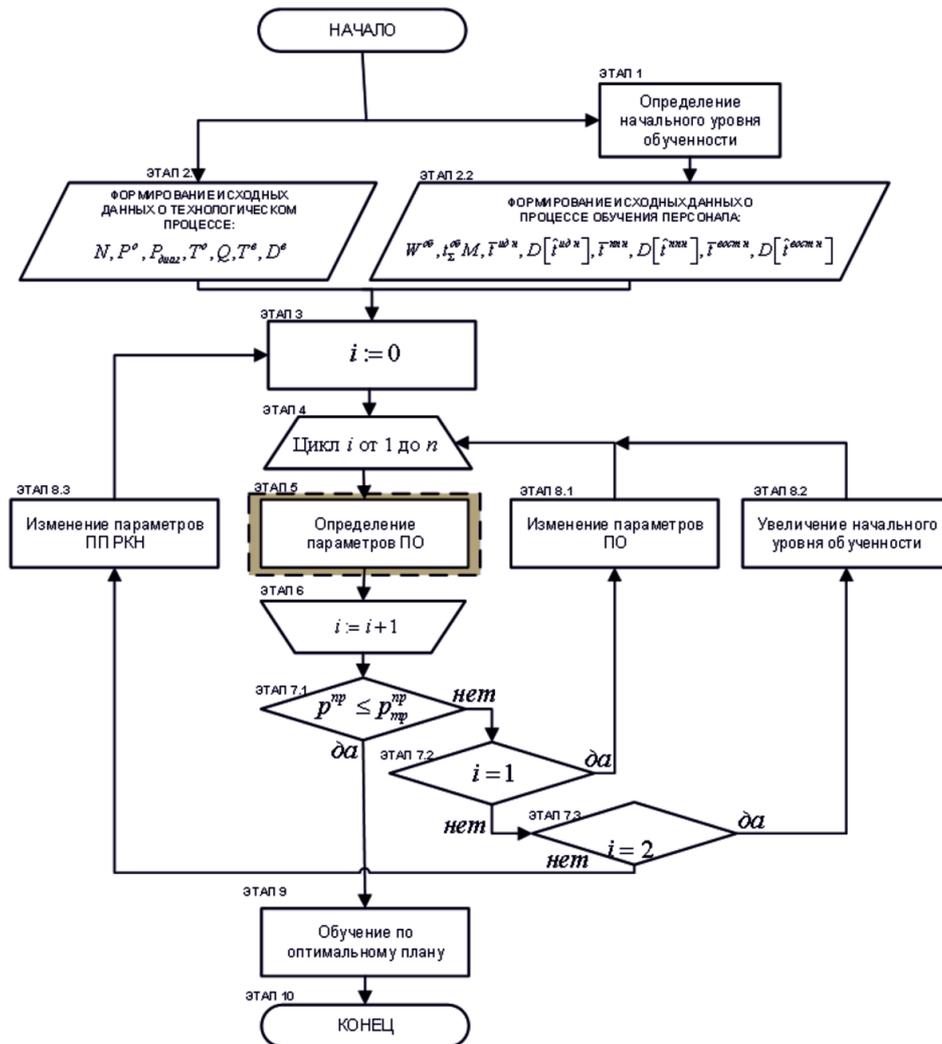


Рис. 2. Методика использования учебно-тренировочных средств

Многоуровневый принцип модели (навыки, правила, знания) представлен на рис. 1.

Первый уровень, на котором определяются правила, можно представить в виде набора инструкций по порядку действий при возникновении известных (типовых) неисправностей, при этом инструкции фиксируются оператором при накоплении опыта в предыдущих тренажах или содержат новую информацию. При рассмотрении этапов деятельности в отдельности наблюдается преобладание прямой связи. Однако при устранении реальных неисправностей цель (восстановление работоспособного состояния оборудования) достигается посредством последовательности единичных действий, что определяет понимание и анализ возникшей неисправности посредством обратной связи на уровне знаний.

Деятельность человека в современной системе управления технологическими процессами (ТП) можно рассмотреть как поэтапный и непрерывный (идентификация, поиск причин, устранение), а также многоуровневый (навыки, правила, знания) процесс принятия решений. Это определяет принципиальные требования к методике использования УТС и обучения персонала с использованием УТС.

Методика использования учебно-тренировочных средств

Учитывая вышесказанное, методика использования УТС, предназначенных для подготовки специалистов, эксплуатирующих СТС, должна включать планирование процесса обучения с учетом деятельности оператора в тренинге, определения качества

составленного плана и непосредственно процесса приобретения знаний и навыков с учетом их начального уровня. Используя разработанные модели процесса обучения (ПО) и процесса выполнения ТП, методику можно представить в виде обобщенной структурно-логической схемы (рис. 2):

1. Определение начального уровня обученности на этапе № 1.
2. Формирование исходных данных о технологическом процессе на этапе № 2.1 и процессе обучения персонала на этапе № 2.2.
3. Зацикливание процесса определения параметров ПО на этапах № 3, 4, 6.
4. Определение параметров ПО на этапе № 5.
5. Сравнение значения целевого показателя полученного в результате моделирования ПО и ТП с заданным значением на этапе № 7.
6. Возврат на этап корректировки данных при несоответствии целевого показателя требованиям на этапе № 8.
7. Процесс обучения по составленному плану на этапе № 9.

В целом предложенная методика позволит формировать план обучения персонала, эксплуатирующего СТС с учетом индивидуальных способностей к освоению теоретических знаний, что позволит выполнить

требования по вероятности своевременного завершения ТП, несмотря на возникающие в процессе неисправности и необходимость их устранения.

Расчет параметров процесса обучения

В описанной выше методике наибольший интерес представляет этап № 5, на котором из набора исходных данных о ТП и ПО с помощью моделирования становится возможным расчет целевого показателя процесса обучения, вероятности завершения ТП за заданное время.

Этап определения параметров ПО включает в себя три основных этапа:

- моделирование процесса обучения на основе исходных данных об уровне обученности персонала $W^{об}$ и начальном уровне практических навыков $I^{об}$ [3] (этапы 1–3);
- моделирование ТП на основе исходных данных о ТП ($\bar{P}^o, \bar{P}^{об}, \bar{N}, \bar{T}^o, \bar{Q}, \bar{T}^b, \bar{D}^b$) и данных о ПО, сформированных в процессе моделирования [1] (этап 4);
- вычисление целевого показателя ПО $p^{вз}$ на основе данных о времени завершения ТП $\bar{t}, D[\bar{t}]$ полученных в результате моделирования ТП [1] (этапы 5–7).

На рис. 3 представлена структурно-логическая схема определения параметров процесса обучения.

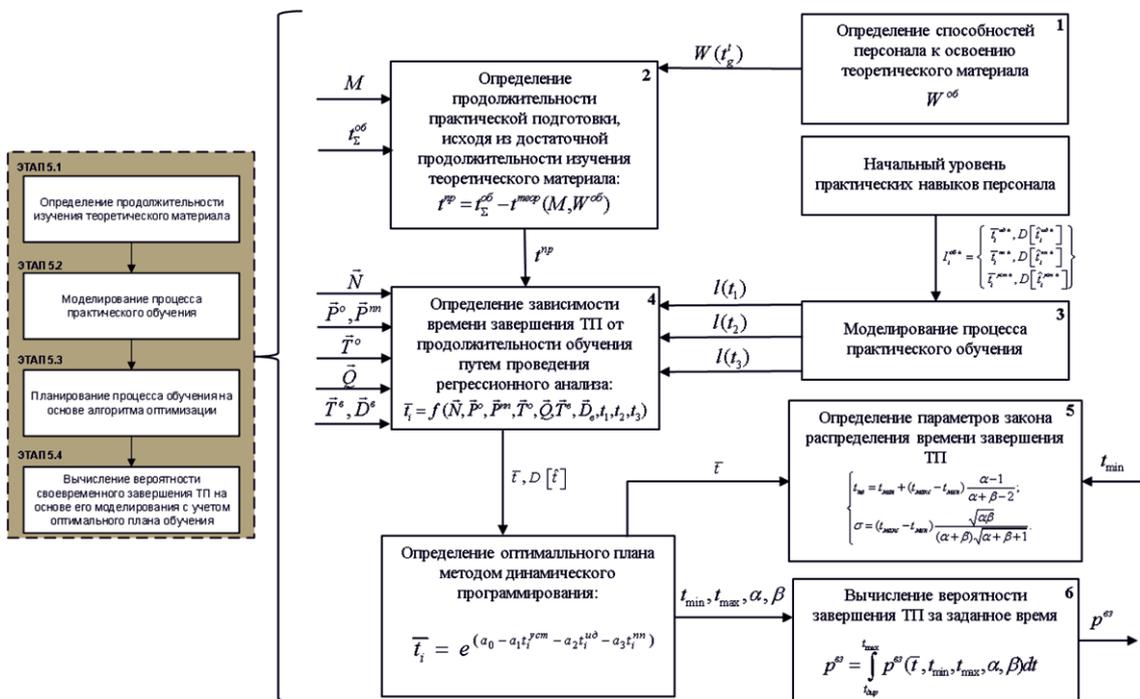


Рис. 3. Структурно-логическая схема определения параметров процесса обучения

Работу методики для наибольшей наглядности представим в виде примера расчета параметров ПО оператора дизель-генераторной установки (ДГУ) электроснабжения удаленного объекта с использованием учебно-тренировочных средств:

1. Определение способностей личного состава к освоению теоретического материала, используя накопленные экспериментальные данные и их запись в виде матрицы переходных вероятностей [3]:

$$W^{об} = \begin{bmatrix} 0 & 0,7 & 0,3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,1 & 0,6 & 0 & 0,3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,2 & 0,1 & 0,7 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,8 & 0,2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,1 & 0,5 & 0,4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,1 & 0,1 & 0,8 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

2. На основании перечня занятий подготовки персонала, эксплуатирующего ДГУ, определим достаточную продолжительность изучения теоретического материала и время, отводимое на практический тренаж [3]:

$$N = \begin{bmatrix} 1 & 0,78 & 0,99 & 1,1 & 1 & 1 & 0,8 & 0,37 & 0,85 \\ 0 & 1,11 & 0,86 & 0,95 & 1 & 1 & 0,8 & 0,37 & 0,85 \\ 0 & 0 & 1,29 & 1,43 & 1 & 1 & 0,8 & 0,37 & 0,85 \\ 0 & 0 & 0,29 & 1,43 & 1 & 1 & 0,8 & 0,37 & 0,85 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0,8 & 0,37 & 0,85 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0,8 & 0,37 & 0,85 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0,18 & 0,75 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1,25 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1,25 \end{bmatrix},$$

$$t^{теор} = \sum_{j=1}^s n_{1j} \cdot \Theta_j = 6,54,$$

$$\sigma_t = \sum_{i=1}^9 \sqrt{D_{1,i}} \cdot \Theta_i = 1,14,$$

$$t^{пр} = 11.$$

3. Используя статистические данные о процессе практического обучения операторов и известные модели научения [1], наиболее точно описывающие научение идентификации неисправностей, поиску их причин и устранению, произведем моделирование процесса практического научения (рис. 4).

4. Определение аналитического выражения методом регрессионного анализа за-

висимости математического ожидания времени завершения ТП от времени обучения практическим навыкам [7]:

$$\bar{t} = e^{(1,46 - 0,00265t^{лет} - 0,0021t^{мн} - 0,01193t^{мм})}.$$

5. Определение оптимального плана обучения. В рассматриваемом случае оптимальное значение очевидно исходя из вида целевой функции и определяется ограничениями (табл. 2).

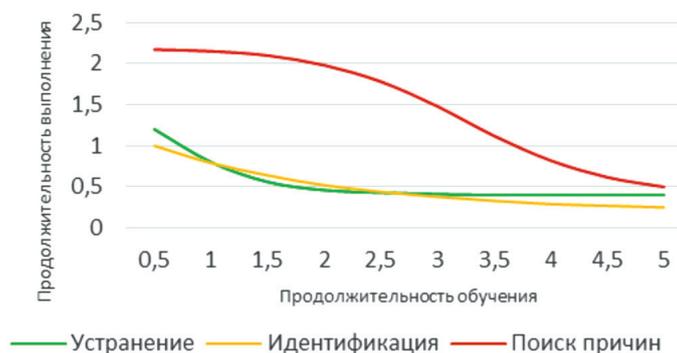


Рис. 4. Закономерности приобретения практических навыков

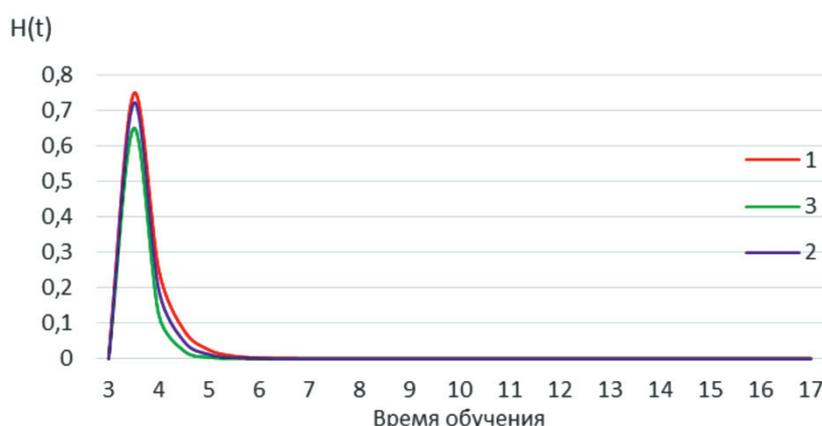


Рис. 5. Плотность распределения вероятностей завершения ТП

Таблица 2
Оптимальный план обучения

$t_{14}^{*ид}$	$t_{14}^{*ип}$	$t_{14}^{*уст}$	\bar{t}_{14}^*
3	6	2	3,897

6. Определение параметров закона распределения времени завершения ТП (табл. 3).

Таблица 3
Параметры закона распределения

t_{min}	t_{max}	α	β
3	18	1	20

7. Вычисление вероятностей завершения ТП за заданное время (табл. 4) и их графическое представление (рис. 5).

Произведя сравнение с требуемыми значениями целевого показателя, можно заключить, что для достижения значения $p^{БЗ} \geq 0,97$ время на процесс обучения необходимо распределить следующим образом (табл. 5).

Таблица 4
Результаты расчета целевого показателя

	$t^{об}$	$t^{об теор}$	\bar{t}_{14}	$p^{БЗ}$
1. Без использования методики	18	9	4,024	0,89
2. С использованием методики	18	7	3,897	0,925
3. С использованием методики	24	7	3,72	0,97

Таблица 5
Результаты работы методики

	$t^{об}$	$t^{об теор}$	\bar{t}_{14}	$p^{БЗ}$
С использованием методики	24	7	3,72	0,97

Выводы

Разработана методика, которая позволит повысить уровень обученности эксплуатирующего персонала в существующей системе.

ме подготовки с использованием учебно-тренировочных средств, а также определить параметры системы подготовки персонала, необходимые для достижения заданного целевого показателя за счет формирования плана обучения персонала с учетом индивидуальных способностей к освоению теоретических знаний и практических навыков. Что, в свою очередь, позволит провести обучение эксплуатирующего персонала с достаточным качеством.

Список литературы

1. Осипова В.А., Даныкина Г.Б. Повышение эффективности обучения операторов технологических процессов на базе компьютерных тренажеров // Системы. Методы. Технологии. 2011. № 3 (11). С. 106–114.
2. Шукшунув В.Е., Янушкин В.В. Концептуальные основы разработки и создания учебно-тренажерно-модели-

рующего комплекса нового поколения // Программные продукты и системы. 2015. № 4 (112). С. 5–15.

3. Боровиков И.Г., Щербина И.С. Моделирование процесса освоения учебного материала личным составом боевого расчета частей запуска космических аппаратов // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. Вып. 659. / под общ. ред. Ю.В. Кулешова. СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2018. С. 194–201.

4. Дозорцев В.М. Оператор в компьютеризированной системе управления: к проблеме построения человеко-машинного интерфейса // Приборы и системы управления. 1998. № 3. С. 10–35.

5. Максимов Н.А., Шаронов А.В. Анализ формы изображений и распознавание объектов на основе скелетно-контурного представления // Научный вестник МГТУ ГА. 2014. № 207. С. 67–74.

6. Манько Н.Н. Когнитивная визуализация педагогических объектов в современных технологиях обучения // Образование и наука. 2009. № 8. С. 10–30.

7. Rouse W.B. Models of Human Problem Solving: Detection, Diagnosis, and Compensation for System Failures. Automatica. 1983. Vol. 19. No.6. P. 613–625.