

6. Ryzhenko A.A. Vybor komponentov sistemy podderzhki upravleniya edinogo informatsionnogo prostranstva gosudarstvennoj metakorporatsii // *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*. 2017. T. 4 (63). S. 154–159.

7. Ryzhenko A.A. Ogranicheniya form formalizatsii upravlyaemykh protsessov informatsionnogo vzaimodejstviya urovnya gosudarstvennoj metakorporatsii // *Sistemnyj analiz v ekonomike – 2016: sbornik trudov IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii-bienale (Moskva, 9–11 noyabrya 2016 g.) / pod red. G.B. Klejnera, S.E. Shchetovoj*. T. 1. M.: Finansovyj universitet, 2016. S. 221–224.

8. Ryzhenko A.A. Proektirovanie algebraicheskoj formy raspredelennoj bazy pravil sistemy s avtonomnymi elementami // *Sistemnyj analiz i informatsionnye tekhnologii – 2017: trudy Sed'moj Mezhdunarodnoj konferentsii (Svetlogorsk, 13–18 iyunya 2017 g.)*. Svetlogorsk, 2017. S. 324–328.

9. Sigal A.V., Blyshchik V.F. Antagonisticheskaya igra, zadannaya v usloviyakh chastichnoj nepredelennosti // *Ekonomicheskaya kibernetika*. 2005. № 5–6 (35–36). S. 47–53.

DOI: 10.25586/RNUV9187.20.01.P.121

УДК 621.396

А.Г. Тарасов, К.А. Карпенко

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Проведен анализ современных учебно-тренировочных средств, применяемых для подготовки специалистов по эксплуатации ракетно-космической техники. На основании статистики отказов, произошедших при подготовке ракет космического назначения к пуску, и анализа руководящих документов, регламентирующих требования к изделиям военной техники, сформированы предложения по концептуальной модели учебно-тренировочных средств подготовки операторов автоматизированных систем подготовки и пуска ракет космического назначения.

Ключевые слова: учебно-тренировочные средства, подготовка специалистов, нештатные ситуации, тренажеры, концептуальная модель.

A.G. Tarasov, K.A. Karpenko

DIRECTIONS OF TRAINING FACILITIES IMPROVEMENT
FOR TRAINING SPECIALISTS IN THE OPERATION OF ROCKET
AND SPACE TECHNOLOGY

The analysis of modern training facilities used to train specialists in the operation of rocket and space technology. Based on the statistics of failures that occurred during the preparation of space rockets for launch and the analysis of the governing documents regulating the requirements for military equipment products, proposals for a conceptual model of training facilities for operators of automated systems for the preparation and launch of space rockets were formed.

Keywords: training facilities, training of specialists, emergency situations, simulators, conceptual model.

Введение

При постановке на вооружение современных ракетно-космических комплексов (РКК) «Союз-2» и «Ангара» возникла необходимость пересмотра процесса подготовки специалистов к безаварийной эксплуатации РКК и использования электронных средств обучения личного состава. Основная задача разработки и применения учебно-тренировочных средств (УТС) заключается в подготовке операторов, способных в различных условиях обстановки выполнять функциональные задачи по эксплуатации объектов РКК.

Практика разработки современных УТС для подготовки специалистов по эксплуатации объектов РКК показывает, что в целях сокращения затрат они либо повторяют полностью структуру штатных средств, либо реализуются в виде программных средств. В качестве примера следует привести компьютерные тренажеры автоматизированного комплекса подготовки расчетов, разработки АО «ЭКА» и комплекса автоматизированной подготовки расчета заправочной станции, разработки ООО «НВК “Космософт”», а также натурные комплексные тренажеры автоматизированной системы управления подготовкой ракет-носителей (РН) и разгонных блоков и комплекта аппаратуры проверок электроагрегатов пневмогидросистемы РН семейства «Ангара», разработки ООО «СКУ Система», поставленные на космодром «Плесецк». Натурные комплексные тренажеры из-за высокой стоимости технического обслуживания, запасных частей и принадлежностей, значительных весогабаритных характеристик, требующих для их размещения помещения большой площади, требовательности к обеспечению условий эксплуатации до сих пор не введены в эксплуатацию. Компьютерные тренажеры способны обеспечить лишь теоретическую подготовку номеров расчетов и не способствуют формированию устойчивых навыков работы по эксплуатации технологического оборудования стартовых комплексов. Анализ созданных и используемых на объектах РКК УТС показал, что они по своим характеристикам значительно уступают УТС, успешно используемым в настоящее время для подготовки специалистов по эксплуатации сложных технических систем, и не позволяют эффективно решать задачу по подготовке высококвалифицированных специалистов по эксплуатации объектов РКК [7; 12; 13].

*Анализ влияния деятельности боевого расчета на успешность подготовки
и пуска ракеты космического назначения*

Анализ технических отчетов о результатах подготовки к пуску РН 14А14 с 2004 г. по настоящее время показал, что в 76% случаев время подготовки РН выходит за рамки, определенные технологическим графиком. Происходит это вследствие возникновения неисправностей наземного технологического оборудования и бортовой аппаратуры РН, время на поиск и устранение которых может превышать время, отведенное на процесс подготовки в целом.

Анализ причин аварий и переносов пусков ракет космического назначения (РКН) свидетельствует о значительной доле ошибок оператора в их возникновении [3]. На рисунке 1 показано количество пусков и аварий по годам начиная с 2000 г., а также общее количество аварий и причины их возникновения.

Основными причинами переносов пусков РКН и аварий являются 1) ошибки операторов; 2) метеословия; 3) брак завода-изготовителя.

Тарасов А.Г., Карпенко К.А. Направления совершенствования...

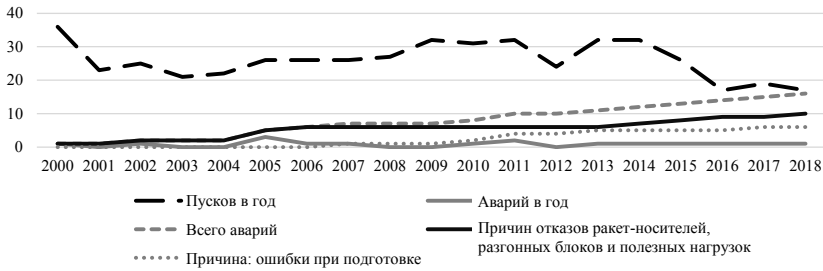


Рис. 1. Статистические показатели пусков РКН

С учетом того факта, что перенос пуска кроме срыва выполнения поставленной задачи по выведению космических аппаратов (КА), доставки экипажа или груза на международную космическую станцию несет еще дополнительные финансовые издержки, которые в настоящее время оцениваются в 1–1,5 млн рублей, задача повышения уровня подготовленности операторов автоматизированных систем подготовки и пуска (АСПП) РКН является актуальной.

Принципы построения и структура современных учебно-тренировочных средств

УТС в современном понимании появились тогда, когда возникла необходимость подготовки специалистов для эксплуатации сложных технических систем, подготовка на действующих образцах которых связана с риском для жизни и здоровья людей и (или) большими финансовыми затратами.

Для повышения безопасности процессов подготовки и пуска РКН необходимо уменьшать вероятность возникновения нештатных ситуаций (НшС) за счет повышения надежности оборудования стартового комплекса (СК), обучения и тренажа личного состава боевых расчетов, исключения условий возникновения НшС, а также повышать вероятность выхода из НшС за счет совершенствования технических средств обнаружения и распознавания НшС, применения технических средств поддержки принятия решения, надежной (безошибочной) реализации решения. Эффективность процесса подготовки РКН к пуску можно представить в виде вероятности $P_{ВЗ}(t)$ выполнения задачи подготовки РКН за время $t \leq T_{\phi}$:

$$P_{ВЗ}(t) = K_{ОГ}^{РКН} K_{ОГ}^{ТО} P_{\phi}^{КА}(t) = K_{Г}^{РКН} P_{\phi}^{РКН}(t) K_{Г}^{ТО} P_{\phi}^{ТО}(t) P_{\phi}^{КА}(t),$$

где $K_{ОГ}^{РКН}$ – вероятность того, что к моменту запуска РКН будет готова к функционированию (применению) и отработает безотказно на активном участке полета; $K_{ОГ}^{ТО}$ – вероятность того, что к моменту начала подготовки РКН технологическое оборудование (ТО) будет готово к функционированию (применению) и отработает безотказно в процессе подготовки РКН; $P_{\phi}^{КА}$ – вероятность выполнения задачи КА при выведении его на заданную орбиту; $K_{Г}^{РКН}$ – вероятность того, что к моменту запуска РКН будет готова к функционированию (применению); $P_{\phi}^{РКН}$ – вероятность того, что в процессе применения РКН отработает безотказно на активном участке полета; $K_{Г}^{ТО}$ – вероятность того, что к моменту начала подготовки РКН технологическое оборудование будет готово к функционированию (применению); $P_{\phi}^{ТО}$ – вероятность того, что ТО отработает безотказно в процессе подготовки РКН.

В современных условиях возникновение в ходе процесса подготовки РКН к пуску НшС приводит в ряде случаев к более чем двукратному превышению фактического времени подготовки T_{ϕ} РКН над плановым. Это влечет перенос сроков пуска РКН и, как следствие, снижение уровня их эксплуатационно-технической готовности [11]. Для обеспечения функционально-технологической надежности процесса подготовки РКН требуется оперативно парировать возникающие задержки, т.е. оперативно находить управленческие решения, которые позволили бы свести к минимуму отрицательное влияние возмущающих факторов на подготовку РКН [8].

Оператор принимает, как правило, наиболее сложные и ответственные решения по управлению объектом, причем от правильности его действий, умения своевременно найти и реализовать верное в сложной ситуации решение зависит не только эффективность выполнения задач, возлагаемых на управляемый технический объект, но в ряде случаев целостность самого объекта и безопасность людей [14].

Анализ используемых в настоящее время УТС позволил определить их обобщенную структуру, которая включает техническую составляющую (моделирующий сервер, интерфейс инструктора и обучающегося и периферийное оборудование) и математическую составляющую (комплекс моделей субъекта и объекта обучения) (рис. 2) [1; 2; 4].



Рис. 2. Обобщенная структура УТС

Интерфейс обучающегося позволяет манипулировать органами управления способом, приближенным или идентичным используемому в реальном процессе. Интерфейс инструктора позволяет управлять работой тренажера, выбирать порядок представления теоретического материала и сценарий тренажей, вводить изменения обстановки и производить комплексирование автоматизированного рабочего места для групповой подготовки [10].

Дополнительное периферийное оборудование включает в себя принтеры, сканеры, проекторы и оборудование, необходимое для повышения реалистичности проводимого тренажа [9].

Моделирующий сервер представляет собой вычислительное средство для хранения материалов предметной области, данных о субъекте обучения и процессе его обучения.

Задача обучения в общем случае может быть сформулирована как задача управления, в которой обучающийся выступает как объект управления (ОУ), а тренажер выполняет функции устройства управления (УУ). Таким образом, в качестве общей модели системы обучения чаще всего используют кибернетическую модель «объект управления – управляющее устройство» с каналом обратной связи [5; 6], посредством которого производится коррекция процесса обучения (рис. 3).

Современные методы управления обучением основаны на том, что имеется явно или неявно заданная цель обучения, описывающая требования к уровню знаний, умений и навыков обучающегося, который он должен достигнуть в процессе обучения [11].



Рис. 3. Общая модель системы обучения

В тренажерах, предназначенных для подготовки специалистов по эксплуатации объектов РКК, должны быть выполнены следующие требования:

- внешний вид пультов должен соответствовать реальному;
- из внутреннего оборудования реальной системы целесообразно воспроизводить только те устройства, которые непосредственно влияют на деятельность оператора;
- в состав оборудования для подготовки операторов должны быть включены специальные устройства, обеспечивающие контроль за обучением и управление процессом подготовки.

Концептуальная модель УТС для подготовки специалистов по эксплуатации объектов РКК, в соответствии с изложенными требованиями, принимает вид, представленный на рисунке 4.

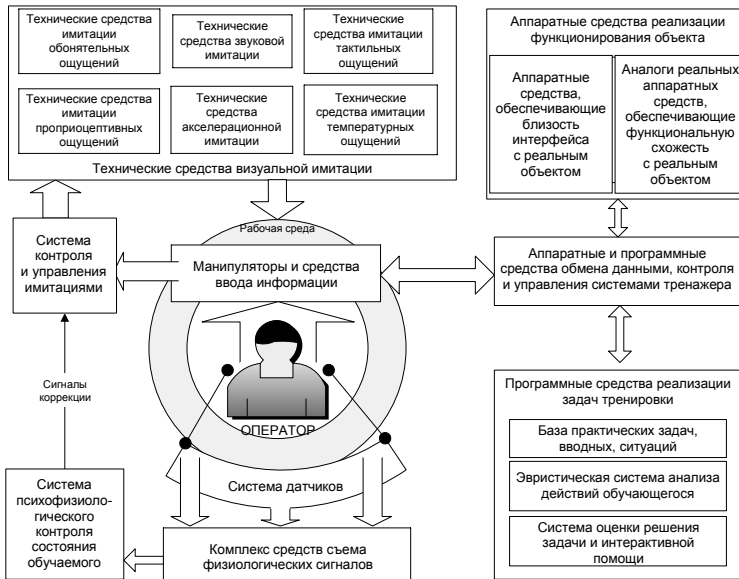


Рис. 4. Концептуальная модель УТС для подготовки специалистов АСПП РКН

Под моделью контроля понимается модель оценивания уровня учебных достижений испытуемого. Основными подходами к построению моделей контроля является подход на основе классической теории тестов (Classical Test Theory, СТП) и подход на основе современной теории моделирования и параметризации педагогических тестов (Item Response Theory, IRT).

Заключение

Технические системы становятся взаимосвязанными только благодаря наличию такого основного звена, как человек. Примерно 20–30% отказов прямо или косвенно связаны с ошибками человека, 10–15% всех отказов непосредственно связаны с ошибками человека.

Анализ ошибок операторов АСПП РКН, которые приводят к возникновению НшС и переносам пусков РКН, свидетельствует о необходимости совершенствования УТС, используемых для подготовки операторов. Предложенная концептуальная модель УТС, в которой, в отличие от применяемых в настоящее время тренажеров для подготовки операторов АСПП РКН, техническая структура УТС реализуется на аппаратных средствах, обеспечивающих функциональную схожесть с реальным объектом (имитаторы), и которая включает комплекс технических средств визуальной имитации и съема физиологических сигналов с датчиков, установленных на операторе, позволяет значительно сократить стоимость оборудования на реализацию УТС и осуществить психофизиологический контроль, коррекцию и аттестацию обучающихся в процессе проведения автоматизированных мероприятий по подготовке операторов АСПП РКН.

Литература

1. Белов В.В., Водиченков Д.А., Власов Н.Н. Анализ принципов и российского опыта построения учебно-тренировочных средств // Прикладные исследования. 2016. № 1.
2. Булкин В.И., Шаронова Н.В. О некоторых вопросах идентификации знаний в интеллектуальных системах // Информационно-измерительные системы. 2005. № 1 (15). С. 106–112.
3. Железняков А.Б. Тайны ракетных катастроф. Плата за прорыв в космос. М.: Эксмо: Яуза, 2004. 544 с.
4. Ильченко А.Г., Токов А.Ю., Щербнев В.С. Компьютерные технологии в системе подготовки оперативного персонала ТЭС и АЭС // Вестник ИГЭУ. 2007. № 2.
5. Карпенко А.П. Модельное обеспечение автоматизированных обучающих систем. Обзор // Наука и образование: электронное научно-техническое издание. 2011. № 7.
6. Коляда М.Г. Виды моделей, обучаемых в автоматизированных обучающих системах // Искусственный интеллект. 2008. № 2. С. 28–33.
7. Куренков В.И. Методы исследования эффективности ракетно-космических систем. Методические вопросы. Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева, 2012. 201 с.
8. Нечай А.А., Борисов А.А., Борисова Ю.И. Точечный анализ данных дистанционного зондирования Земли средствами языка программирования Python // Вестник Российского нового университета. Серия «Сложные системы: модели, анализ и управление». 2019. № 1. С. 49–55.
9. Свиначук А.А., Калиниченко С.В., Нечай А.А. Использование графического процессора для ускорения распределенных вычислений при прогнозе экстремальных значений температуры воздуха // Вестник Российского нового университета. Серия «Сложные системы: модели, анализ и управление». 2017. № 4. С. 33–38.

10. *Свинарчук А.А., Нечай А.А.* Использование квантовых вычислений при выборе управленческого решения // Вестник Российского нового университета. Серия «Сложные системы: модели, анализ и управление». 2018. № 2. С. 31–36.
11. *Соколов А.Г.* УТС для силовых структур: проблемы и пути решения // Арсенал Отечества. 2012. № 2.
12. *Тарасов А.Г.* Требования к составу и структуре учебно-тренировочных средств для подготовки специалистов по эксплуатации ракетно-космической техники // Современные проблемы создания и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники: сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции. Т. 1. СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2016. С. 263–267.
13. *Тарасов А.Г., Доильницын К.А., Карица В.Н.* Обоснование состава аппаратно-программных средств учебно-тренировочных комплексов // Современные проблемы создания и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники: сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции. СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2018. С. 374–379.
14. *Шаймарданов А.М., Нечай А.А., Лепехин С.В.* Математические модели систем автоматического управления с широтно-импульсной модуляцией // Вестник Российского нового университета. Серия «Сложные системы: модели, анализ и управление». 2019. № 2. С. 27–39.

Literatura

1. *Belov V.V., Vodichenkov D.A., Vlasov N.N.* Analiz printsipov i rossijskogo opyta postroeniya uchebno-trenirovochnykh sredstv // Prikladnye issledovaniya. 2016. № 1.
2. *Bulkin V.I., Sharonova N.V.* O nekotorykh voprosakh identifikatsii znaniy v intellektual'nykh sistemakh // Informatsionno-izmeritel'nye sistemy. 2005. № 1 (15). S. 106–112.
3. *Zheleznyakov A.B.* Tajny raketnykh katastrof. Plata za proryv v kosmos. M.: Eksmo: Yauza, 2004. 544 s.
4. *Il'chenko A.G., Tokov A.Yu., Shchebnev V.S.* Komp'yuternye tekhnologii v sisteme podgotovki operativnogo personala TES i AES // Vestnik IGEU. 2007. № 2.
5. *Karpenko A.P.* Model'noe obespechenie avtomatizirovannykh obuchayushchikh sistem. Obzor // Nauka i obrazovanie: elektronnoe nauchno- tekhnicheskoe izdanie. 2011. № 7.
6. *Kolyada M.G.* Vidy modelej, obuchaemykh v avtomatizirovannykh obuchayushchikh sistemakh // Iskusstvennyj intellekt. 2008. № 2. S. 28–33.
7. *Kurenkov V.I.* Metody issledovaniya effektivnosti raketno-kosmicheskikh sistem. Metodicheskie voprosy. Samara: Samar. gos. aerokosm. un-t im. S.P. Koroleva, 2012. 201 s.
8. *Nechaj A.A., Borisov A.A., Borisova Yu.I.* Tochechnyj analiz dannykh distantsionnogo zondirovaniya Zemli sredstvami yazyka programmirovaniya Python // Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya "Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie". 2019. № 1. S. 49–55.
9. *Svinarchuk A.A., Kalinichenko S.V., Nechaj A.A.* Ispol'zovanie graficheskogo protsessora dlya uskoreniya raspredelennykh vychislenij pri prognoze ekstremal'nykh znachenij temperatury vozdukhа // Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya "Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie". 2017. № 4. S. 33–38.
10. *Svinarchuk A.A., Nechaj A.A.* Ispol'zovanie kvantovykh vychislenij pri vybore upravlencheskogo resheniya // Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya "Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie". 2018. № 2. S. 31–36.
11. *Sokolov A.G.* UTS dlya silovykh struktur: problemy i puti resheniya // Arsenal Otechestva. 2012. № 2.
12. *Tarasov A.G.* Trebovaniya k sostavu i strukture uchebno-trenirovochnykh sredstv dlya podgotovki spetsialistov po ekspluatatsii raketno-kosmicheskoy tekhniki // Sovremennye prob-

lemy sozdaniya i ekspluatatsii vooruzheniya, voennoj i spetsial'noj tekhniki: sbornik statej III Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii. T. 1. SPb.: VKA im. A.F. Mozhajskogo, 2016. S. 263–267.

13. *Tarasov A.G., Doil'nitsyn K.A., Karika V.N.* Obosnovanie sostava apparatno-programmnykh sredstv uchebno-trenirovochnykh kompleksov // *Sovremennye problemy sozdaniya i ekspluatatsii vooruzheniya, voennoj i spetsial'noj tekhniki: sbornik statej IV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii.* SPb.: VKA im. A.F. Mozhajskogo, 2018. S. 374–379.

14. *Shajmardanov A.M., Nechaj A.A., Lepekhin S.V.* Matematicheskie modeli sistem avtomaticheskogo upravleniya s shirotno-impul'snoj modulyatsiej // *Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya "Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie".* 2019. № 2. S. 27–39.

DOI: 10.25586/RNU.V9187.20.01.P.128

УДК 007:378.14

А.Н. Полетайкин

РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Предлагается подход к повышению качества высшего образования за счет регуляризации образовательной деятельности, которая рассматривается как комплексная деятельность со сложной организацией и многоаспектной структурой неопределенности, присущей каждому из ее процессуальных компонентов. Показана целесообразность регуляризации образовательной деятельности за счет обработки и устранения измеримой неопределенности, в первую очередь деятельности, относящейся к категории креативной, а также рационализации ее ресурсной базы для обеспечения эффективной организации и управления посредством регулярной оптимизации.

Ключевые слова: качество образования, образовательная деятельность, комплексная деятельность, измеримая неопределенность, управление, регуляризация.

A.N. Poletaykin

REGULARIZATION OF THE EDUCATIONAL ACTIVITIES

The article analyzes the approach to improving the higher education quality. This is achieved through regularization of educational activities. Educational activity is considered as complex with a complex organization and a multidimensional structure of uncertainty inherent in each of its procedural components. Regularization of the educational activities expediency through processing and eliminating measurable uncertainty is shown. First of all, the category activities creative, as well the resource base rationalization to ensure effective organization and management through regular optimization.

Keywords: quality of education, educational activity, integrated activity, measurable uncertainty, management, regularization.

Введение

В свете регулярно меняющихся условий организации образовательной деятельности (ОД) в российских вузах актуальность приобретают задачи, направленные на повышение ее эффективности. Учитывая высокую сложность и комплексность ОД, эти задачи целесообразно решать посредством достижения высокой степени упорядочения и регламен-