

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ К ОБЛИКУ ТРЕНАЖЕРА ОСВОЕНИЯ ПАРАШЮТНОЙ СИСТЕМЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ И ПРИНЦИПОВ ЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

THE SYSTEMATIZATION OF REQUIREMENTS TO TRAINING SIMULATOR OF PARACHUTE SYSTEM FOR SPECIAL PURPOSES MASTERING AND PRINCIPLES OF ITS FUNCTIONAL CONTROL

V. Abanin

Summary. The problems of the system of requirements support to future dynamic training simulator of planning parachute systems mastering for special purposes are considered. The system of requirements graphic view and the functional scheme of dynamic training simulator elements control are presented. The principal approach to significance assessment of outside factors affecting a paratrooper while landing is shown.

Keywords: structural algorithmic form, the system of requirements, training simulator, planning parachute system mastering, training simulator elements control.

Абанин Владислав Сергеевич

К.т.н., профессор, Рязанское гвардейское высшее
воздушно-десантное командное училище
vlad-ac@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены проблемные вопросы обоснования системы требований к перспективному облику динамического тренажера освоения планирующей парашютной системы специального назначения. Предложен наглядный графический вид системы требований и функциональной схемы управления системами динамического тренажера. Показан принципиальный подход к оценке значимости внешних воздействующих факторов на парашютиста при десантировании.

Ключевые слова: структурно-алгоритмический вид, система требований, тренажер, освоение планирующей парашютной системы, управление системами тренажера.

Введение

В тренажеростроении, практически для каждого специфического оператора системы «человек-машина» уточняются соответствующие методологические подходы. В 1995 году А. А. Красовский изложил особенности учебной системы «Летчик — Самолет — Среда» [1], в 1998 году С. И. Магид обосновал особенности труда оперативного персонала энергетических установок для реализации в учебных средствах [2], в 2002 году А. В. Минеев исследовал особенности процесса взаимодействия «человек-машина» для роторных (экскаваторных) комплексов [3], в 2004 году авторский коллектив во главе с В. Е. Шукшуновым предложил широкий спектр рекомендаций для проектирования тренажеров, опираясь на опыт создания моделирующих устройств для подготовки космонавтов [4] и в 2007 году С. А. Курочкин предложил основные подходы к разработке тренажеров как физическим моделям реальных подвижных наземных объектов [5]. Проанализировав указанные научные работы, также принимая во внимание что парашютист-десантник (П-Д), совершающий парашютный прыжок, имеет существенные отличия от рассмотренных операторов по:

- ◆ специфике решаемых задач;
- ◆ среде нахождения в процессе работы;
- ◆ психологическому напряжению на различных этапах деятельности;
- ◆ особенностям цены деятельности (при совершении ошибки возможна даже гибель) полагаем, что разработка требований и системы тренажера в целом требует существенной научной направленности и является актуальной на сегодняшний день задачей.

Систематизация требований к облику тренажера освоения парашютной системы специального назначения и принципов функционального его управления

Формулирование требований может сочетаться с разработкой соответствующего математического аппарата, позволяющего определять количественно показатели требований. Пути создания требований могут иметь как научный, так и технический подходы. Для разработки методологических основ проектирования и использования динамического тренажера освоения пла-

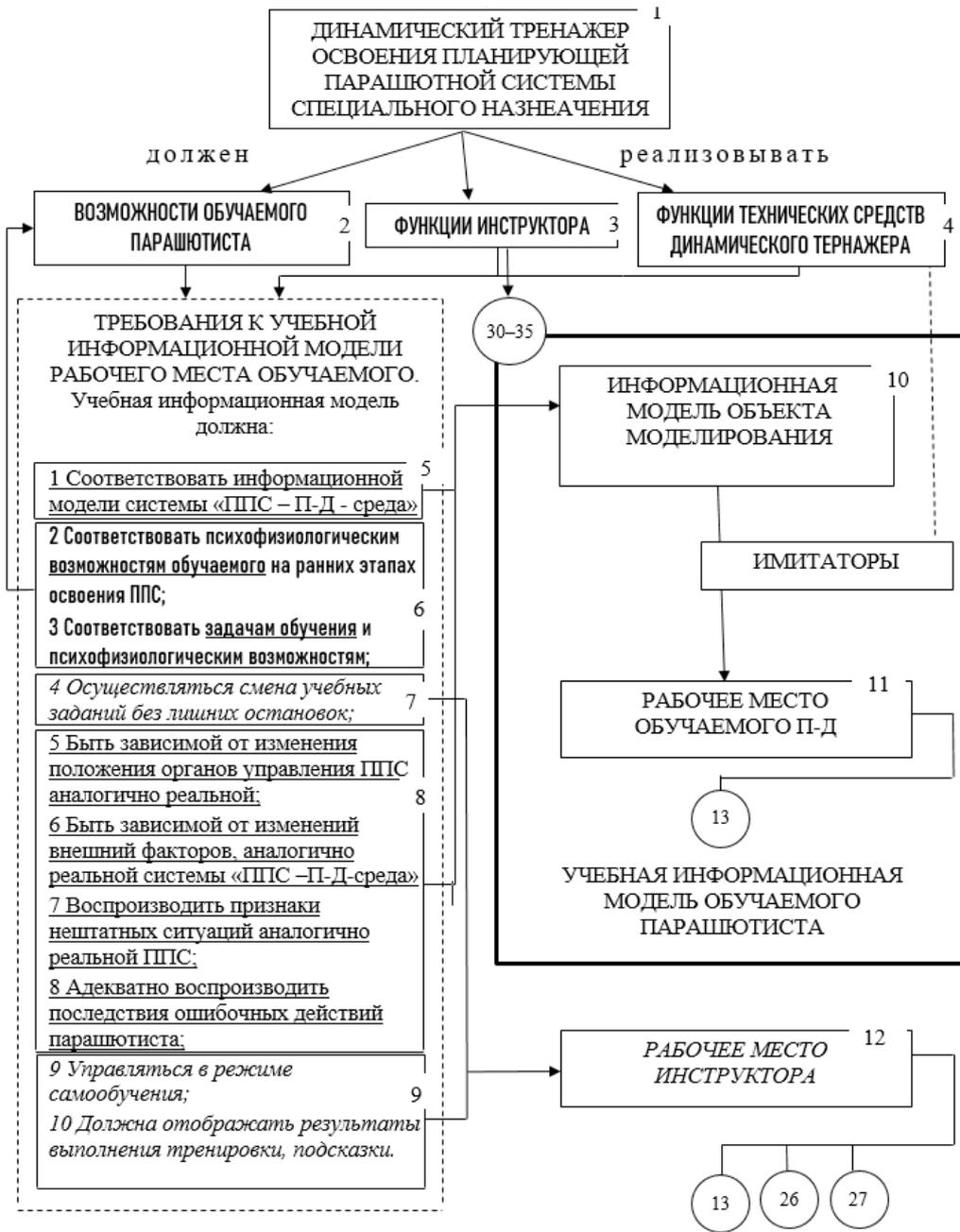


Рис. 1. Система требований к тренажеру планирующей парашютной системы СпН

нирующей парашютной системы (ППС) целесообразно воспользоваться имеющимся опытом других отраслей и, используя инженерно-психологический подход, наиболее полно охватывающий эту предметную область, разработать соответствующую систему требований.

Для осмысления всего объема требований, предъявляемых к любому тренажеру изделия военной техники, и применительно к процессу освоения ППС специального назначения (СпН) разрабатывалась система требований и к облику тренажера ППС СпН (рис. 1).

Тренажер ППС СпН должен реализовывать возможности обучаемого П-Д, функции инструктора, а также функции технических средств тренажера. Все эти три основных направления первично отражаются в требованиях к учебно-информационной модели обучаемого в тренажере.

Первая часть требований к учебной информационной модели непосредственно определяет качество моделирования объекта управления — ППС СпН. Соответственно, вторая часть требований, регламентирует

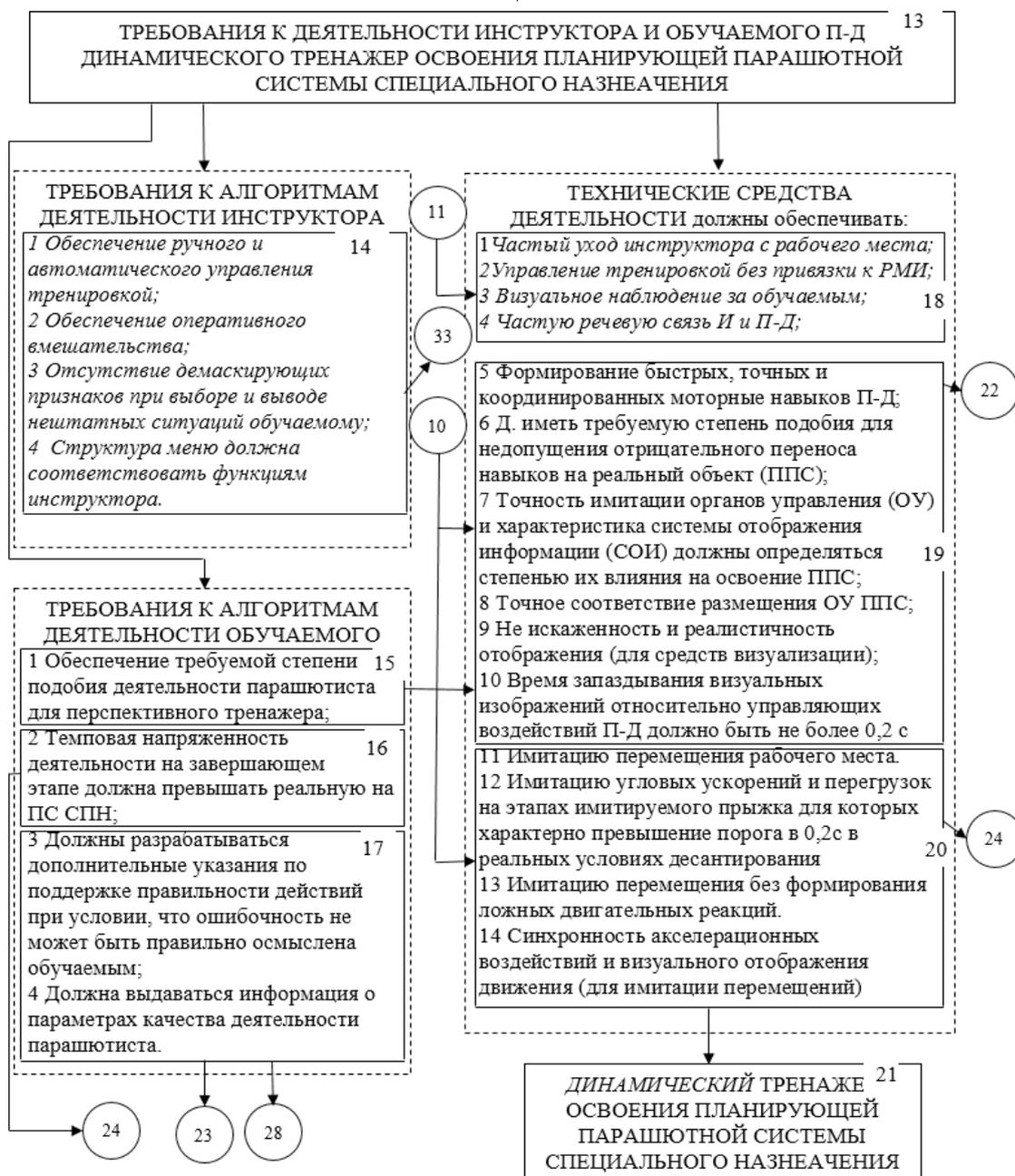


Рис. 2. Система требований к тренажеру планирующей парашютной системы специального назначения

возможности обучаемых и задачи обучения. Третья — составляет первичные требования к рабочему месту инструктора.

Требования блока «Информационная модель объекта моделирования» является составной частью блока «Рабочее место обучаемого парашютиста-десантника». Требования к деятельности инструктора и обучаемого имеют свое развитие в соответствующих требованиях к алгоритмам инструктора и обучаемого, а также к техническим средствам их деятельности в тренажере (рис. 2).

Так, например, требование к алгоритмам деятельности обучаемого (рис. 2 блок 15) «обеспечение требуемой степени подобия деятельности П-Д для перспективного тренажера» непосредственно влияет на блок требований 19 (например, для «...недопущения отрицательного переноса навыков на реальную ППС»), что непосредственно формирует одно из первичных требований к организации обучения «при начальной подготовке последовательно отрабатывать правильность действий, точность и быстроту» (рис. 3), в последующем воздействуя на конечные требования «обоснована поэтапная подготовка»



Рис. 3. Система требований к тренажеру планирующей парашютной системы специального назначения

и «разработаны разнообразные тренировочные задачи для формирования обобщенного навыка готовности».

Требования к организации обучения и тренировки является логическим обобщением функции инструктора, возможностей обучаемого и технических средств деятельности инструктора и обучаемого. На рисунке 3 также показаны установленные аналитические связи между требованиями различных блоков.

Таким образом, анализируя выявленные связи формируется понимание конкретных путей для достижения конечной цели по созданию технического облика тренажера освоения ППС Сп Н.

Используя такой вид системы требований возможно эффективно увязывать в облике перспективного тренажера ППС СпН формулировки требований, чтобы исключить их рассогласованность и повторяемость.



Рис. 4. Функциональная схема управления системами динамического тренажера освоения парашютной системы специального назначения

На основе системы требований к тренажеру ППС СпН и понимания основ тренажеростроения разработана обобщенная функциональная схема управления системами динамического тренажера ППС СпН (рис. 4).

Система моделирования динамики полета парашютиста, представляет собой совокупность взаимосвязанных условий деятельности П-Д (их физического моделирования) и элементов адекватного математического моделирования динамики движения рабочего места парашютиста на основе моделей внешней среды и воздействующих на оператора факторов и эффектов при реальной деятельности.

Система контроля и управления тренировкой включает в себя подсистемы планирования тренировки, оперативного управления тренировкой, оценки деятельности обучаемого парашютиста и документирования процесса тренировки. Причем, оценка деятельности обучаемого П-Д независимо влияет как на оперативное управление в ходе тренировки, так и на планирование последующими тренировками.

Остальные системы являются обеспечивающими. Комплекс информационного обмена и коммутации обеспечивает взаимосвязь технических и программных систем тренажера. Система тестирования и диагностики

обеспечивает контроль работоспособности и выявлении неисправных элементов. Система связи обеспечивает ведение переговоров инструктора и обучаемого П-Д, а также реализуется возможность интерактивной под-сказки правильных действий для автоматического режима подготовки. Инструментальное обеспечение создается в целях автоматизации и упрощения разработки типовых программных систем конкретных тренажеров. Для реализации совместного функционирования всех систем в режиме реального времени тренажер должен быть программно-аппаратным комплексом с совокупностью требуемого программного обеспечения.

В общем случае, разработка типовых моделей управляемого объекта осуществляется в следующей последовательности [4]:

- ◆ определяется структура модели объекта с учетом задач обучения и собственно структуры реального объекта;
- ◆ определяется перечень моделируемых параметров, включая и параметры моделирования нештатных (аварийных ситуаций);
- ◆ разрабатывается интерфейс моделирования (информационное взаимодействие);
- ◆ определяется способ реализации отдельных элементов модели (физическая или математическая модель);
- ◆ определяется состава параметров модели, используемых в информационно-управляющем поле оператора на его рабочем месте и в информационно-управляющем поле инструктора на пульте контроля и управления тренажера;
- ◆ описывается алгоритм функционирования систем (построение моделей систем реального объекта).

Модель объекта управления в классическом виде создается на основе двух принципиально разных подходов:

- ◆ моделирование режимов работы тренажера без выделения узлов, систем и блоков штатного объекта;
- ◆ моделирование системы реального объекта как множества частных моделей с иерархичной структурой связи их между собой.

Во втором случае, моделируется каждая система, каждый узел, поэтому одна и та же модель воспроизводит все возможные режимы работы и соответствующее реальному поведению, даже при воздействиях оператора, отличных от нормативных. Такое построение модели с точки зрения ее адекватности, полноты и возможности последующего расширения функций системы является наиболее предпочтительным. Однако, есть у второго случая и недостатки, заключающиеся в сложности создания адекватных моделей особенно при воздействиях

оператора, отличных от нормативных. Анализируя эти подходы применительно к динамическому тренажеру ППС СпН установлено, что на режимы управления ПС и обратной связи от купола к парашютисту влияет значительное количество факторов. Например, моделирование режима управления ППС СпН при построении посадочной глиссады каждый раз может иметь свои особенности из-за порывов ветра, попадания в зоны нисходящих или восходящих потоков воздуха и так далее. При этом возможно одновременное проявление нескольких внешних воздействующих факторов. В классической аэродинамике для того, чтобы учесть взаимное влияние факторов внешней среды исследователи проводят натурные эксперименты с парашютными системами в аэродинамических трубах, разрабатывают сложные математические модели на основе теории движения объектов в газообразной среде. Эти исследования дорогостоящие и результат их позволит точно моделировать режимы управляемого движения ППС СпН в рамках установленных ограничений. Однако и такие методы исследования не позволят создать полные факторные модели, учитывающие все многообразие проявлений факторов среды и управляющих воздействий оператора. Следовательно, для подготовки парашютистов на планирующие парашютные системы разработка высокоточной модели управления ППС СпН является перспективной задачей, требующей еще отдельного педагогического исследования.

Так в существующем уровне технических решений, используемых для подготовки парашютистов, не в полной мере реализованы динамические модели сопровождения обучения [6]. Особенности психологии труда парашютиста не позволяют ему полностью отработать весь перечень задач прыжка на тренажере, сформировав конечные навыки; необходимы реальные прыжки с ППС СпН.

Анализ внешних воздействий на П-Д в ходе совершения им прыжка это основа для моделирования динамики движения рабочего места обучаемого и всей системы подвижности тренажера. Выявления значимости факторов внешней среды с позиции их влияния на формирование адекватных зрительно-моторных образов действий П-Д — это первоочередная задача к научному обоснованию облика перспективного тренажера.

В процессе парашютного прыжка внешние воздействующие факторы воспринимаются по-разному, следовательно, несут различную нагрузку на физиологические способности обучаемого и сопровождение обучению в целом. Так, отрабатывая определенные действия в условиях тренажа на воздушно-десантном комплексе (ВДК) парашютист усваивает стандартный алгоритм своих действий.

Входной информацией для начала работы П-Д по алгоритму является время отсчета от момента условного отделения от летательного аппарата.

В ходе реального прыжка время, отсчитываемое в состоянии падения, протекает (у большинства парашютистов) как бы быстрее чем в обычных условиях. И если парашютист не произносит в слух отсчет времени, то момент выдергивания звена ручного раскрытия основного парашюта может им определяться неправильно. Причем, что в ходе подготовки на ВДК проблем со временем отсчета парашютист не имел и был допущен по этому контролируемому вопросу к дальнейшей подготовке.

Таким образом, появление новых, ранее не испытываемых, воздействий в ходе тренировок существенно влияет на своевременность и качество его действий при реальном десантировании. В ходе разработки системы требований к динамическому тренажеру ППС СпН также разрабатывались модели значимости воздействующих факторов на обучаемого в ходе его парашютной подготовки [7]. Концептуально математическая модель значимости внешних воздействующих факторов на П-Д нами представлена [7] в виде:

$$F = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \quad (1)$$

где F — обобщенный показатель, характеризующий внешние воздействующие факторы на П-Д в ходе реальных прыжков;

- x_1 — показатель визуальной обстановки;
- x_2 — показатель акустического воздействия;
- x_3 — показатель кинестического воздействия;
- x_4 — показатель тактильного воздействия;
- x_5 — показатель акселерационного воздействия.

Качественный и количественный состав представленных показателей определялся методами экспертного опроса опытных инструкторов-парашютистов, непосредственно занимающихся подготовкой личного состава на ППС СпН.

Использование разработанных нами моделей значимости воздействующих факторов на обучаемого в ходе

его парашютной подготовки в случае использования их в облике динамического тренажера позволит повысить адекватность моделирования и уровень подобию нахождения П-Д в учебно-информационной модели обучаемого парашютиста.

ВЫВОДЫ

Графически представленная система требований, адаптированная к динамическому тренажеру освоения планирующей парашютной системы специального назначения, определяет взаимные связи всех элементов повышает наглядность, исключая их рассогласованность и повторяемость.

Исходя из системы требований разработана функциональная схема управления системами динамического тренажера освоения парашютной системы специального назначения, раскрыта роль и место системы моделирования динамики полета, в том числе и от факторов внешней среды; установлены обобщенные связи информационного обмена между системой контроля и управления тренировкой и системой моделирования динамики полета.

Из анализа подходов к созданию модели объекта управления в тренажеростроении применительно к динамическому тренажеру ППС СпН установлено, что на режимы управления ППС и обратной связи от купола-крыла к парашютисту влияет значительное количество факторов. Для подготовки парашютистов на планирующие парашютные системы разработка высокоточной модели управления ППС СпН является перспективной и трудоемкой задачей тренажеростроения, требующей отдельных исследований. Первоочередная задача при обосновании облика тренажера состоит в выявлении значимости факторов внешней среды с позиции их влияния на формирование адекватных зрительно-моторных образов действий П-Д. Получаемые таким образом зависимости на основе экспертного опроса опытных инструкторов-парашютистов, непосредственно занимающихся подготовкой личного состава на ППС СпН, однозначно позволят при реализации их в облике динамического тренажера повысить адекватность моделирования воспринимаемой среды прыжка парашютистом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красовский, А. А. Основы теории авиационных тренажеров / А. А. Красовский. — М.: Машиностроение, 1995. — 303 с.
2. Магид, С. И. Теория и практика тренажеростроения для тепловых электрических станций. — М.: Изд-во МЭИ, 1998. — 153 с.
3. Минеев, А. В. Методология, проектирование и построение полномасштабного тренажера для роторных комплексов: дисс. доктора техн. наук. Красноярск.: 2002. — 279с.
4. Тренажерные комплексы и тренажеры: технологии разраб. и опыт эксплуатации: [монография] / [В. Е. Шукшунов и др.]; под ред. проф. В. Е. Шукшунова. — Москва: Машиностроение, 2005. — 383 с.

5. Курочкин, С. А. Основы тренажеростроения: [монография] / С. А. Курочкин; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тульский гос. ун-т». — Тула: Изд-во ТулГУ, 2007. — 252 с
6. Абанин, В.С. О роли динамического сопровождения в обучении десантников-парашютистов вооруженных сил иностранных армий / В. С. Абанин, С. С. Кутовой, А. Г. Концевой, С. Ю. Прокофьев/ Военно-теоретический журнал «Военная Мысль» № 8. 2017 С. 68–82
7. Абанин, В.С. Обоснование параметров окружающей среды в динамическом тренажере освоения специальных парашютных систем / С. С. Кутовой, В. С. Абанин// Научный резерв. — 2018. — № 3. — С. 85.

© Абанин Владислав Сергеевич (vlad-ac@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Рязань