

М.Д. Князева

**МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ
СИСТЕМ СОПРОВОЖДЕНИЯ
УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА**

Москва
Издательство МИИГАиК
2013

УДК 004.41
ББК 32.973.26-018.2
К 54

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор **М.М. Телемтаев**;
доктор военных наук **И.А. Скальский**

К 54 **Князева М.Д.**

Методология проектирования программно-инструментальных систем сопровождения учебно-тренировочного процесса: монография. –М.: Изд-во МИИГАиК, 2013. –196 с.: ил.

ISBN 978-5-91188-048-4

Рассмотрены вопросы методологии проектирования программно-инструментальных системах и сопровождения учебных материалов для обеспечения учебно-тренировочных занятий и оценки качества профессиональной подготовки специалистов. Приведено описание алгоритмов и моделей для формирования функциональной структуры технологической системы проектирования учебных материалов и организации сценариев учебных занятий с компьютерной поддержкой учебного процесса. В качестве программно-инструментальной среды в данной работе принят программно-инструментальный комплекс УРОК (Универсальный Редактор Обучающих Курсов ДиСофт).

Для преподавателей дисциплин «Информационные технологии» и специалистов, занимающихся разработкой и внедрением компьютерных обучающих курсов в образовательный процесс.

УДК 004.41
ББК 32.973.26-018.2

ISBN 978-5-91188-048-4

© Князева М.Д., 2013
© Издательство МИИГАиК, 2013

ВВЕДЕНИЕ

Развитие систем электронного обучения потребовало совершенствования методик разработки компьютерных обучающих программ, обеспечивающих не только ближайшие цели обучения, но и формирование обобщенных приемов мышления, развитие познавательных способностей обучаемого.

Совершенствование сферы образования и подготовки квалифицированных специалистов для промышленного комплекса сегодня становится одной из важнейших задач, решение которой призвано обеспечить экономическую, технологическую и информационную независимость Российской Федерации. И более того, должно обеспечить определенный экспортный потенциал новых, современных технологий и образовательных услуг.

Одним из условий успешной разработки и внедрения образовательных технологий в реальную педагогическую практику является решение проблемы подготовки преподавателей для работы в новых условиях, когда требуется самостоятельно разрабатывать и адаптировать учебные материалы с учетом местных условий и территориально-национальных особенностей образовательной сферы. Такой подход позволит обеспечивать образовательный процесс в условиях, когда традиционные педагогические технологии не могут быть использованы по тем или иным причинам, включая, характеристики внешней среды.

Разработка и внедрение информационных технологий — важная проблема, которой уделяется все более возрастающее внимание во всех странах, во всех образовательных структурах, включая учреждения общего образования и корпоративные образовательные структуры, центры обучения и подготовки кадров, поддержания квалификации в процессе производственной деятельности. Применение программных комплексов для организации системы поддержания квалификации и внедрение технологий, обеспечивающих управление формированием профессиональных навыков специалистов, учитывающих социально-экономические и финансовые показатели, позволяют включить в процессы формирования электронных образовательных ресурсов ши-

рокий круг квалифицированных специалистов, педагогов, методистов, инструкторов производственного обучения.

Разработка методологии проектирования тренажерных систем и организации учебно-тренировочного процесса связано с решением двух классов проблем:

1. Организация моделирования производственной среды для типовых и нестандартных ситуаций;
2. Обеспечение профессионального обучения с использованием компьютерных тренажеров.

Научные исследования в области формирования информационных тренажерных систем для организации подготовки персонала промышленных предприятий базируются на основополагающих работах Красовского А.А., Букова В.В., Чачко А.Г., Ципцюры Р.Д., Охотина В.В., Закирова Р.Ш., Боднера В.А., Василевского И.В., Агафонова А.Н., Архиповой Е.Н., Дозорцева В.М., Шукшунова В.Е., Трапезникова С.Н., Магида С.И., Шестакова Н.В. и других отечественных и зарубежных специалистов.

Вопросы информатизации и управления образовательным процессом в соответствии с новыми тенденциями развития и совершенствования компьютерного обучения нашли отражение в работах Башмакова А.И., Растригина Л.А., Taurisson A., Senteni A., Kaszap M., Jeffrey D., Lemire G., Presley A., PaskG., Бабанского Ю.Н., Борисовой Н.Н., Зимней И.А., Полат Е.С., Роберт И.В., Рубина Ю.Б., Рудинского И.Д., Тиффина Дж., Раджасингама Л., SkinnerB., KrauderN. и др.

В то же время, несмотря на значительное количество частных научных разработок в области компьютерного сопровождения подготовки персонала предприятий, проектирования тренажерных систем и методологии организации учебно-тренировочного процесса, опубликованные результаты исследований не позволяют в полной мере утверждать, что организация системной информационной поддержки тренажерной подготовки персонала промышленных предприятий осуществляется на соответствующем уровне.

Нерешенными остаются проблемы, связанные с разработкой и внедрением инструментальных комплексов для создания и сопровождения компьютерных средств учебно-тренировочного назначения. В частности, это касается таких вопросов, как:

- проектирование сценариев предаварийных и аварийных ситуаций;

разработка и настройка математических моделей, явлений и процессов, которые обеспечивают корректировку значений параметров и оценку корректности действий персонала в учебно-тренировочном занятии;

обеспечение режима реального времени в организации учебно-тренировочного процесса;

формирование оценки эффективности принятия управленческих решений при обучении навыкам управления в реальных производственных ситуациях.

Недостаточная разработанность указанных проблем в целом определила направление данного исследования.

Разработка обучающих программ, начиная с 60-х годов прошлого века, сформировалась как отрасль под названием «педагогическая индустрия» [110,150,164]. Дальнейшее развитие обучающих программ потребовало совершенствования методики разработки компьютерных средств обучения, обеспечивающих не только ближайшие цели обучения, но и формирование обобщенных приемов мышления, развитие познавательных способностей обучаемого. Совершенствование методов компьютеризированного обучения нашло отражение в трудах американского ученого-психолога Г. Паска, когда образовательная траектория формируется в процессе обучения с учетом текущих результатов подготовки и целей обучения.

Для интеграции различных стандартов, форматов и спецификаций (например, LOM, IMSCP) в единую модель контента образовательных ресурсов разработан регламент SCORM, который представляет собой техническую инфраструктуру, позволяющую совместно использовать различные объекты в распределенной программной среде. Описанию характеристик и технологий проектирования образовательных ресурсов для организации компьютерного сопровождения образовательного процесса посвящены материалы, представленные в пособии Хортон У. и К.

Образцовая модель объекта для совместного использования (Sharable Content Object Reference Model, SCORM) определяет модель агрегирования контента и рабочее окружение учебных объектов в рамках Web-обучения.

Описание регламента SCORM включает набор шаблонов для формирования дидактической структуры учебного занятия, представления информации на экране ПК и организации тест-контроля с применением

основных способов организации — выбор одного из многих, ввод символического ответа как набора текстовых и цифровых символов с оценкой корректности ввода или указания правильного ответа и др. При этом отсутствует возможность и инструментальные технологии и структуры, предназначенные для формирования дидактического сценария с заданием условий для обеспечения решений на продолжение учебного занятия и автоматизированное управление образовательным процессом. Более того, в существующих шаблонах регламента не представлены современные способы организации контроля знаний, требующих проявления творческих способностей.

Включение в перечень способов организации образовательного и учебно-тренировочного процессов может быть осуществлено с разработкой дополнительных функциональных возможностей и перечней операций.

В отечественной педагогической практике сегодня известны инструментальные системы [143], в форматах которых могут быть реализованы сложные структуры управления учебным занятием и организации квалификационного контроля [146, 172, 97], необходимого для оценки качества профессиональной подготовки специалистов [84–89, 96–98]. В основу дидактических структур полагаются оригинальные форматы данных и способов интерпретации результатов выполнения заданий [85, 87, 89, 90, 92, 95–99].

Дидактический подход к построению интеллектуальных систем обучения возвращает преподавателя в ранг главной фигуры учебного процесса. Для обеспечения возможности участия преподавателя в формировании баз знаний, внедрении новых образовательных технологий в педагогическую практику необходимо снабдить преподавателей-практиков инструментарием, обеспечивающим проектирование сценариев учебных занятий в широком спектре схем и видов организации обучения и профессиональной подготовки [91–94, 100].

Перечень проблем широкого внедрения и эффективного применения компьютерных средств в образовании включает отсутствие исследований, методик и технологий разработки образовательных ресурсов, а также программного обеспечения организации учебного процесса в системах электронного, дистанционного, обучения с применением современных средств электронных коммуникаций и Интернет-технологий.

"Вопросы разработки программно-технологического инструментария для решения задач подготовки кадров управления системами производства в соответствии с требованиями обеспечения параметров технологических процессов и организации компетентного контроля в предаварийных режимах и аварийных ситуациях, на наш взгляд, не приобрели достаточного отражения в результатах научных исследований и в научной литературе, что и предопределяет актуальность данной работы.

Целью данного исследования является разработка методологии проектирования системы организации учебно-тренировочного процесса, обеспечивающего эффективное совершенствование навыков контроля технологических процессов и действий персонала в условиях, максимально приближенных к реальным производственным ситуациям, включая предаварийные и проектно-аварийные ситуации.

ГЛАВА 1

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И КОМПЛЕКСЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Актуальность исследований обусловлена рядом противоречий в организации образовательных систем, включая недостаточную проработку основных принципов применения информационных технологий для подготовки специалистов, отсутствие достоверных результатов эффективности использования компьютерных технологий.

Сегодня наблюдаются лишь разрозненные попытки практического применения систем компьютерного обучения отдельным разделам общеобразовательной и профессиональной подготовки. В основу этих систем полагаются принципы, сформированные для традиционных технологий, но не находят, в должной степени, отражение возможности решений с использованием современных информационных технологий. Это обуславливается отсутствием средств и способов автоматизации процессов управления и формирования оценки результатов подготовки и методик применения компьютерных технологий в организации подготовки специалистов, недостатком результатов компьютерного обучения, использующего возможности электронной формы образования.

Характеристики современных компьютерных средств обучения и их проектирования широко представлены в работах Хортон У., Хортон К., Шестакова Н.В., Скальского И.А.

Проблемам организации дистанционной формы организации обучения посвящены работы таких известных специалистов как Андреев А.А., Бежанова М.М., Борисова Н.Н., Васильев В.Н., Полат Е.С., Тиффин Дж., Раджасингам Л., Taurisson A., Senteni A., Kaszap M., Jeffrey D., Lemire G. и др. Решение проблем организации виртуальной образовательной среды представлено в трудах Тихомирова В.П.

Разработке и применению инструментальных технологий при организации образовательного процесса посвящены труды известных специалистов и ученых, таких как Агафонов А.Н., Беспалько В.П.,

Васильев В.Н., Столяр С.Е., Кириллов В.В., Вознюк Е.В., Голенков В.В., Дозорцев В.М., Жуков О.Д., Зеневич А.М., Иванников А.Д., Кулагин В.П., Игнатова И.Г., Соколова Н.Ю., Щевнина Ю.С. Вопросам технологизации и автоматизации процессов проектирования учебных материалов и реализации сценариев учебных занятий с применением современных коммуникационных методов информационного обеспечения и управления образовательным процессом посвящены исследования и труды Красовского А.А., Букова В.Н., Шендрика В.С., Скрипникова Д.А., Трапезникова С.Н., Федосеева А.А.

Технологизация проектирования фрагментов учебных материалов обеспечивается использованием известных и хорошо апробированных способов записи информации о поведении параметров технологических объектов и элементов управления в учебно-производственных заданиях, подобных реальным объектам по изобразительным и процессным параметрам. Такой подход к формированию компьютерного средства обучения, включая функциональную структуру и оформление интерфейса, обеспечивает результативный тренировочный процесс с погружением обучаемого в учебно-тренировочную среду, соответствующую по своим характеристикам реальным производственным условиям.

Для решения объявленных задач исследования, необходимо провести анализ функциональных структур, существующих комплексов проектирования информационных систем управления учебно-тренировочным процессом в современных производственных структурах. Результаты исследований должны быть положены в основу функциональной структуры организации учебно-тренировочного процесса и инструментальных технологий проектирования среды обучения и проведения контроля качества тренировки и тест-контроль с учетом современных требований к качеству профессиональной подготовки специалистов.

1.1. Системы компьютерного сопровождения образовательного процесса

Современные технические средства связи и вычислительные возможности персональных компьютеров делают доступными неограниченные информационные ресурсы практически по всем предметным сферам обучения и профессиональной подготовки. Но учебный материал, как правило, не адаптирован для использования в системах об-

разования. Данное обстоятельство требует дополнительных усилий по разработке методического и технологического обеспечения проектирования сценариев учебных занятий, приведения материалов в форматах инструментального комплекса и проведения комплексных испытаний с последующей коррекцией учебного материала и адаптацией его в соответствии с требованиями образовательных стандартов и документов, регламентирующих применение компьютерных средств в организации учебного процесса.

До сих пор остаются неопределенными параметры инструментального обеспечения, характеристики и требования к компьютерным средствам обучения, с учетом которых должны разрабатываться учебные программные модули для организации учебного процесса.

Основу современных технологий организации компьютерной поддержки образовательного процесса составляют авторские технологические системы проектирования и разработки учебных электронных материалов. Инструменты авторской разработки являются специализированными инструментами для создания курсов электронного обучения. Инструменты различаются по типам создаваемых материалов, специфическими средствами отображения информации, форматами данных и учебных материалов, средствами и способами доставки обучаемым, навыками разработки проектов, требуемых от авторов содержания учебных модулей и курсов.

Положительной особенностью, проявляемой при использовании информационных технологий и авторских систем проектирования электронных образовательных ресурсов, является повышение качества обучения за счет:

- индивидуализации образовательной траектории и расписания организации учебных занятий;
- адаптивного подхода к формированию образовательной траектории с учетом способностей и возможностей обучаемого;
- регулируемого режима обучения на различных этапах цикла занятий;
- применения активных методов обучения;
- образного представление учебного материала;
- модульности построения образовательного контента.

Организация управления проектированием учебных модулей, компьютерных программ и средств обучения обеспечивается такими

свойствами программных комплексов, как:

адаптивность обучаемого к учебному материалу с учетом собственных возможностей и способностей;

возможность выбора более подходящего для обучаемого метода усвоения содержания учебного материала, регулирования интенсивности обучения на различных этапах учебного процесса;

организация режима самоконтроля;

обеспечение доступа к ранее недостижимым образовательным ресурсам российского и мирового уровня;

поддержка активных методов обучения;

образная наглядность формы представления изучаемого материала;

модульный принцип построения учебного расписания, позволяющего тиражировать отдельные составные части информационной образовательной технологии;

развития самостоятельного обучения.

Важной *технологической составляющей* практически всех авторских систем является мастер курсов, который создает шаблон — базовую структуру курса — учебного программного модуля и обеспечивает возможность актуализации, адаптации и настройки учебных материалов в процессе эксплуатации. Структура компьютерной программы должна автоматически добавляться в оглавление, обеспечивать вставку разделов учебной информации без вмешательства в другие, созданные ранее фрагменты. Автор должен иметь возможность использовать шаблоны и типовые решения дидактических элементов и объектов учебного материала. Такой режим, когда добавление отдельного учебного модуля не приводит к перестройке структуры данных, обеспечивается с применением онтологических функциональных структур организации баз знаний.

При этом автор должен иметь возможность «собрать» учебный модуль из готовых фрагментов, кадров, графических фрагментов и фрагментов контроля, тренажа, аудио и видео сопровождения учебного процесса. При создании тестов автор выбирает тип тестовых вопросов, заданий, указывает способ и параметры алгоритма, с помощью которых будет организовано формирование результата и определение оценки результата, отображение реакции системы управления на действия обучаемого.

Инструментальный комплекс сопровождения образовательного или учебно-тренировочного процесса должен обеспечивать возможность на-

копления результатов, создания отчетов для демонстрации результатов обучения. Процесс авторской разработки учебных материалов имеет типичный циклический вид, начиная от определения темы занятия, формирования перечня учебных вопросов и завершая контрольным запуском созданной учебной программы.

Таким образом, наиболее важными при использовании компьютерных технологий являются следующие дидактические требования:

целесообразность применения компьютерных технологий в конкретном рассматриваемом случае — учебный предмет, уровень образования, педагогические цели и задачи обучения, эффективность применения компьютерных систем и средств в цикле подготовки, обучения;

объем и качество представления учебного материала;

обеспечение многослойности и актуальности учебной информации;

полнота базы контрольных заданий;

формирование протоколов учебных занятий;

интерактивность в работе обучаемого, возможность выбора режима работы с учебной информацией.

Целесообразность представления учебного материала подразумевает достаточность, наглядность, полноту, современность и структурированность учебного материала.

Многослойность представления учебного материала обеспечивается по уровню сложности. В системе управления должна быть предусмотрена возможность настройки уровня сложности учебного материала — выбора и указания слоя учебной информации и возможность адаптации учебных материалов при изменяющихся требованиях органов надзора в области образования и контроля качества подготовки.

Своевременность и полнота базы контрольных вопросов обеспечивают достаточную степень контроля глубины и качества знаний.

Протоколирование и оценка действий обучаемого во время учебного занятия позволяют организовать автоматизированное управление сценарием учебного занятия и формирование квалификационной оценки при аттестационных мероприятиях.

Интерактивность и возможность выбора режима работы с учебным материалом. Инструментальные программы должны предоставляться разработчикам компьютерных средств обучения с предварительно созданными и апробированными шаблонами по темам профессиональной подготовки. Включать возможность создания авторских

шаблонов, типовых учебных структур, которые могут заполняться блоками учебной информации в процессе разработки компьютерных средств обучения. По окончании процесса создания автор курса осуществляет контрольный запуск созданного учебного модуля и в случае необходимости проводит коррекцию материалов.

В соответствии с требованиями по организации компьютерного обучения разработкой учебных материалов организацией компьютерного сопровождения образовательного процесса должны заниматься педагогические работники, методисты, обладающие достаточным опытом проектирования компьютерных учебных программ и организации образовательного процесса. В учебный процесс должны приниматься апробированные учебные материалы, прошедшие испытания в реальном образовательном процессе и настроенные для выполнения определенной педагогической задачи.

1.2. Требования к компьютерным средствам обучения

Несмотря на отсутствие регламентов применения компьютерных средств обучения отечественные специалисты продолжают попытки разработки новых информационных технологий организации компьютерной поддержки образовательного процесса, баз учебных материалов, педагогических сценариев учебных занятий, мультимедиа-фрагментов, видео- и аудио-объектов, компьютерных тренажеров и лабораторных практикумов, алгоритмов проведения квалификационной оценки качества обучения, профессиональной компетенции работников предприятий и организаций.

Серьезным препятствием в развитии компьютерных технологий и внедрении современных вычислительных средств и систем электронных коммуникаций в процессы профессиональной подготовки специалистов является отсутствие и *неопределенность показателей качества программного обеспечения учебного назначения и педагогических требований к компьютерным средствам обучения.*

Попытки формирования показателей оценки учебных компьютерных программ известны в случаях, когда возникает проблема выбора программной среды для организации учебных занятий в режиме компьютерного сопровождения, при разработке программных инструментальных комплексов организации обучения персонала.

В каждом перечне характеристик и показателей прослеживается позиция и личностно ориентированное видение той или иной стороны информатизации образовательного процесса, понятной разработчикам компьютерной программы и выделенной как самостоятельное научное направление в общем русле модернизации образования на основе применения персональных компьютеров и современных образовательных технологий. Так коллективами разработчиков программных комплексов предлагаются наборы основных параметров инструментальных систем сопровождения в виде ограниченного перечня групп характеристик, обеспечивающих тест-контроль и документационное сопровождение финансовых потоков в системе дистанционного обучения, включая:

- типы поддерживаемых тестовых заданий;
- создание тестовых заданий;
- организацию тестирования;
- обработку результатов тестирования;
- административные функции.

Односторонний подход к проектированию и оценке программно-инструментальных систем не рассчитан на обеспечение возможности включения в систему оценки других не менее важных разделов характеристик и параметров. В первую очередь это касается разделов показателей, обеспечивающих учебные компьютерные программы интеллектуальными особенностями и автоматизированное управление учебным процессом на уровне сценариев выделенных учебных занятий и расписаний учебных занятий в профессиональной подготовке специалистов.

Кроме того, в проектах разработки инструментальных систем отсутствуют разделы, обеспечивающие регулярную поддержку процессов проектирования, разработки и сопровождения компьютерных учебных программ в процессе их эксплуатации. Организация контроля знаний и навыков обучаемых в программных комплексах осуществляется с применением одних и тех же операций, представленных в перечнях доступных операций контроля и управления в компьютерных средствах обучения. Английское слово CONTROL имеет большое число вариантов перевода, включая собственно «управление», а также «проверку» или «контроль» действий, результатов и так далее, целый ряд других вариантов перевода. Поэтому разработчики компьютерных учебных программ учебного назначения оказываются в затруднительном положении при

организации функциональной структуры сценариев учебных занятий при организации компьютерной поддержки процессов обучения и профессиональной подготовки.

Тем более, что организация контроля и управления в компьютерных программах осуществляются с использованием одних и тех же технических средств, приемов, операций ввода команд и управления. В современных компьютерных средствах обучения для выполнения действий или операций могут быть использовано ограниченное число приемов, включая указание с помощью курсора мыши на активную область на экране монитора, нажатие определенной клавиши на клавиатуре или ввод набора символов в указанное окно.

Кроме того, в компьютерных программах может быть представлены вычислительные алгоритмы, обеспечивающие формирование значения некоторой координаты математической модели, на основании которой предусматривается заданная последовательность действий и операций в информационной модели, сопровождающей сценарий учебного занятия. Перечень операций может включать интерпретацию состояния модели, учебный демонстрационный фрагмент, переход на следующий раздел сценария учебного занятия, или выход из компьютерной программы, завершение или указание на продолжение занятия, регистрацию результатов обучения или подготовки, обращение к внешним программным системам или комплексам, тренажерам и практикумам.

Операции и варианты практических действий, результаты которых принимаются во внимание при организации учебного занятия, задаются и указываются авторами учебных компьютерных программ в соответствии со сценариями учебных занятий и возможностями инструментального комплекса, в формате данных которого реализуется компьютерная программа с учебными материалами и данными по организации контроля и управления учебным занятием.

Следует отметить, что в большинстве известных сегодня инструментальных систем применяются два основных способа организации управления:

- указание активной области на экране монитора;
- ввод символов с клавиатуры в специально предусмотренные «окна».

Система, обеспечивающая трансляцию команд управления и контроля в компьютерной программе, включает в себя указатели активных элементов:

код клавиши или наборов клавиш;
активная область на экране монитора;
условие в информационной модели — указание, формируемое во внешних программных средах и системах и передаваемое в систему управления через определенный, заданный интерфейс, «розетку» передачи данных или информационного обмена между базами данных.

В ряде инструментальных комплексов предусматриваются иные способы формирования и интерпретации команд управления. В частности, одной из важных задач разработки системы управления компьютерных средств обучения является проблема организации контроля в среде организации учебных занятий с учетом данных и команд, формируемых во внешних системах контроля качества обучения.

Единственной системой, где представлен широкий, достаточно полный спектр способов управления и контроля, является программный комплекс УРОК — Универсальный Редактор Обучающих Курсов, в системе управления которого реализованы около 20-ти способов формирования команд управления. Все команды управления могут быть включены в системы контроля с использованием автоматизированных процедур проектирования на основе типовых проектных решений, объектов, технологических элементов и параметров. Эти же способы контроля используются для формирования результатов обучения.

Отличаются режимы управления или контроля результатов обучения указанием на включение результата действий обучаемого в итоговый результат подготовки, на основании которого формируется квалификационная оценка качества обучения. Такой подход к формированию оценки качества обучения отличает программный комплекс УРОК от других программно-инструментальных систем. Таким образом, собственно контроль выполнения заданий на учебное занятие и формирование команд управления образовательным процессом в соответствии со сценарием учебного занятия осуществляются в единой системе управления.

Для включения результата выполнения задания в интегральную оценку качества обучения в системе контроля необходимо ввести соответствующее указание. При этом управление занятием будет выполняться параллельно с управлением качеством подготовки. В программном комплексе предусмотрен канал передачи результатов обучения из внешних программных систем в систему организации контроля и управления,

сопряженные с базовым учебным модулем в универсальном формате, принятом в системе управления комплекса.

Для организации контроля и управления учебным занятием в комплексе предусмотрены операции и педагогические приемы, представленные в технологической структуре на инструментальных панелях системы проектирования сценариев учебных занятий.

Процесс проектирования системы управления учебным занятием в комплексе сводится к последовательному выполнению операций проектирования, включая указания определенных команд на инструментальных панелях и в перечнях доступных операций. Контроль в системе управления представлен в виде двухуровневой структуры. На первом уровне осуществляется определение численного значения результата обучения в стандартном формате — 0–100 %, не зависимо от способа организации контроля. На втором уровне на основе полученного результата формируется квалификационная оценка качества обучения в заданной норме результатов, обеспечивающая аттестационную характеристику уровня подготовки, готовности к выполнению определенных технологических операций профессиональной сферы деятельности.

В качестве интерпретации качества подготовки в процессе учебных занятий принимаются реакции системы управления в соответствии с указаниями сценария учебного занятия, реализованного в формате программного комплекса, с учетом действий обучаемого и команд управления, формируемых в системе контроля. Высшим уровнем управления учебными занятиями в выделенном цикле подготовки является расписание, в котором указываются перечни учебных программ и последовательность их представления определенным обучаемым, с учетом системы прерываний штатной программы подготовки, отмеченной в первоначальном расписании занятий. При формировании системы прерываний учитываются качество обучения на предшествующих этапах подготовки. Обучение осуществляется в соответствии с штатной программой подготовки, представленной в расписании занятий.

Такой подход к формированию функциональной структуры программной инструментальной системы обеспечивает достаточно гибкие алгоритмы управления образовательным процессом и профессиональной подготовкой специалистов. Параметры прерываний, включая контрольные уровни индикаторов качества, временные показатели организации обучения и учебных занятий, задаются в систе-

ме организации образовательного процесса — Системе Обучаемого. В 1990–1992 годах эта система успешно прошла испытания в Учебно-тренировочном пункте Калининской АЭС, и была рекомендована для применения в аналогичных образовательных подразделениях эксплуатирующих организаций концерна РосАтомЭнерго и в системах поддержания квалификации работников атомных электростанций РФ и стран СНГ.

1.3. Дидактические характеристики компьютерных средств обучения

Наиболее важными при определении качества компьютерных технологий и программного обеспечения учебного назначения являются педагогические характеристики — дидактические требования. При использовании результатов измерения дидактических показателей необходимо проводить четкую грань между инструментальными технологическими комплексами и программами тематического содержания — учебные модули по разделам дисциплин в соответствии с требованиями образовательных стандартов.

Каждый показатель может быть отнесен к категориям субъективных параметров или к объективным характеристикам. Оценка по каждому показателю определяется в виде количественного значения, путем экспертной оценки, либо регистрацией показателя по наличию характеристики в перечне параметров инструментального комплекса.

Большая часть показателей раздела дидактических параметров относится к характеристикам учебных компьютерных программ. В системах оценки инструментальных комплексов для каждого показателя формируется признак обеспечения данного показателя в компьютерных программах составляющих библиотеку учебных модулей, базу учебных материалов.

Целесообразность представления учебного материала в виде компьютерной учебной программы определяется невозможностью или неэффективностью реализации учебного процесса в иных формах, включая традиционные и иные форматы и виды организации образовательного процесса. Показатель относится к категории субъективных, Выражается в дуальной норме вида «Да-Нет» или промежуточным значением «Возможно».

Достаточность учебной информации — данный показатель определяется как отношение данных, представленных в компьютерном средстве обучения к объему данных, необходимых для обеспечения профессионально ориентированных технологий в практической деятельности, тематика которой отражается в спецификациях компьютерной программы. Показатель является объективным, измеряемым в норме 0–100 %.

Наглядность — данный показатель относится к параметрам, оцениваемым субъективно в норме 0–100 %. Наглядностью представления информации называется совокупность его свойств, обеспечивающих визуальную передачу информации, относящуюся к форме, виду и другим качествам изображаемого предмета. Чаще всего под наглядностью подразумевают способность изображения передавать внешний вид реального объекта или выделенные свойства и качества. В зависимости от того, какие именно качества объекта передаются через изображение, принято различать следующие виды наглядности: образная, структурная, функциональная, а также *наглядность невидуальных свойств*.

Полнота учебной информации — количественный показатель отношения объемов данных, учебной информации, требуемого в соответствии с требованиями, отражающими качество обучения, и представленных в оцениваемой учебной компьютерной программе. Показатель – объективный, измеряемый количественно, как отношение по средневзвешенному значению в соответствии со спецификациями фрагментов учебного модуля.

Современность — данный показатель характеризует возможную востребованность отдельного учебного модуля. Субъективный показатель обычно представляется в рецензионных документах и в разделах рекомендаций по применению.

Структурированность учебного материала — в учебном модуле должны быть выделены логически завершенные фрагменты учебной информации, представленные в компьютерном средстве обучения в виде локализованных блоков информации с учетом последовательности изложения в соответствии с рабочим планом преподавания дисциплины по выделенной теме. Субъективный показатель – определяется экспертной оценкой.

Многослойность — в компьютерном средстве обучения должны быть представлены учебные материалы, обеспечивающие обучение с

учетом уровня сложности. Для обеспечения требуемого значения данного показателя учебный материал должен быть представлен с петлями дообучения, с гипертекстовыми ссылками, с дополнительной информацией по теме. Обеспечение переходов между уровнями или слоями сложности учебного материала необходимо организовать в директивном режиме по указанию обучаемого. А также в автоматическом режиме по результатам текущего контроля, с учетом результатов обучения на предшествующих этапах подготовки. Как правило, в компьютерных игровых программах предусмотрены три слоя, уровня сложности:

начальный — удовлетворительно;

средний — хорошо;

высокий — отлично.

Своевременность и полнота контрольных вопросов — система организации контроля локализуется в отдельных фрагментах и включает входной контроль, этапный контроль и заключительный контроль по теме учебного занятия. Кроме указанных вариантов организации контроль может быть организован с целью проведения квалификационного контроля качества подготовки работников для выполнения профессионально ориентированных действий и обязанностей в соответствии с штатным расписанием и специальностью базового обучения. В части «своевременность» показатель является субъективным. «Полнота» определяется количественным измерением числа контрольных вопросов или объема базы контроля или процентом охвата учебных вопросов, рассматриваемых в учебном модуле.

Протоколирование действий во время работы — в системах организации образовательного процесса, особенно в системах профессиональной подготовки специалистов, для формирования аттестационных документов и документов для оценки качества организации образовательного процесса в выделенном образовательном учреждении, выполняемых в комиссионном варианте. Когда принятие решения осуществляется по совокупности различных показателей, важное значение имеет представление документально подтвержденных способностей при выполнении штатных операций в соответствии с регламентом учебных и тренировочных занятий в виде протоколов учебных занятий. Субъективный показатель, формируется как экспертная оценка, в зависимости от полноты данных о качестве выполнения учебного задания.

Интерактивность — особую роль в организации современных

компьютерных систем в образовательном процессе играют «интеллектуальные свойства», которые проявляются в виде реакции программы на те, или иные действия обучаемого. Данный раздел параметров сегодня принято выделять в самостоятельный блок характеристик — Интеллектуальные свойства компьютерной программы. В перечень характеристик этого раздела включает обеспечение настройки, выбора режима работы с учебным материалом. Данное свойство проявляется в случае, если автор содержания и сценария учебного модуля предусмотрел возможность выбора и указания того или иного режима по желанию обучаемого.

Интеллектуальные свойства программного обеспечения — данный показатель, чаще всего, относится к характеристикам интерфейса компьютерных программ и инструментального комплекса проектирования программного обеспечения.

В условиях, когда разработка учебных занятий для организации образовательного процесса в режиме компьютерного сопровождения, осуществляется с применением инструментальных комплексов, определяется необходимость оценки качества программно-инструментальных систем с учетом анализа интеллектуальных свойств разрабатываемых учебных программ. В этой связи практически все характеристики, и конструктивные свойства инструментальных систем проектирования и сопровождения учебных занятий и учебных программ в обеспечении интеллектуальных качеств программного обеспечения.

Характеристики программного обеспечения проявляются в процессе эксплуатации. Основные параметры, обеспечивающие те или иные свойства компьютерных программ, фиксируются в виде реакции вычислительной среды на действия обучаемого, включая качество и содержание ответов на поставленные вопросы, с учетом результатов анализа качества подготовки в текущем сеансе обучения, и на выделенной образовательной траектории или ее определенной части, временные параметры процесса обучения — периоды времени обдумывания ответов, общая продолжительность периода выполнения заданий, команды управления и навигации по учебному материалу, представленному в учебных модулях — программах, которые используются в системе организации учебно-тренировочного процесса.

Для оценки интеллектуальных свойств или характеристик среды или системы необходимо определить само понятие «Интеллектуальная

образовательная система» (ИОС) и сформировать соответствующие алгоритмы, обеспечивающие возможность определения, каким образом то или иное свойство, отнесенное к категории интеллектуальных, может быть выявлено в процессе эксплуатации программного обеспечения.

Принято говорить, что программная среда или система обладает теми или иными свойствами, если эти свойства и параметры проявляются как результат некоторой деятельности с применением данной системы или усилий, прилагаемых к системе извне, со стороны системы управления, по соответствующим командам из системы управления. Могут быть определены соответствующие численные значения параметров и проведено сравнение этих значений с индикаторными величинами параметров. При этом предполагается, что реакция системы может быть зафиксирована и предъявлена в систему оценки качества, интеллектуальных свойств и параметров среды.

Параметры, свойства, характеристики могут проявляться не только при направленных усилиях со стороны окружающей среды, но и при выполнении того или иного вида деятельности, когда в системе управления может возникнуть проблема выбора — решения на продолжение, действия по выполнению задания, реакции на воздействие.

Результатом подобных действий оказывается реакция системы на воздействие, характеристики и качество которого и следует принимать во внимание при оценке интеллектуальных характеристик и параметров оцениваемой системы. В этой связи рассматриваемые свойства могут быть определены не столько количественными характеристиками, но их проявлением в результате функционирования в образовательном процессе.

Таким образом «интеллектуальные свойства среды или системы» проявляются как реакция на определенные воздействия. С этих позиций образовательная среда или система могут быть также охарактеризованы как интеллектуальная система, то есть система, обладающая интеллектуальными свойствами, которые могут быть зафиксированы в виде реакции системы и оценены как перечень или набор параметров, свойств и числовых характеристик. Следовательно, для утверждения, что программная система обладает интеллектуальными свойствами, если в процессе ее функционирования проявляется некоторая реакция, предполагается, что реакция при этом проявляется и то, что эта реакция оказывается адекватной ситуации, в которой находится образовательная система

«Образовательная Среда + Объект Образовательных Усилий».

Реакция при этом может быть выражена в виде изменения графического содержания экрана, появление текстового сообщения на экране, видео или анимационного фрагмента, звукового сообщения, сигнала или совокупности различных видов реакций образовательной среды.

В качестве реакции возможным эффектом может оказаться результат некоторого логического или вычислительного алгоритма, функционирование которого осуществляется в соответствии с ситуацией, отмеченной в модели образовательной среды или ее отдельных элементов, объектов или их совокупности. Вид, форма и величина реакции выступают как характеристика изменения параметра, контролируемого в интеллектуальном алгоритме управления.

Образовательная среда или система организации образовательного процесса обладает определенными характеристиками качества как интеллектуальная информационная система или среда (ИС). Основные характеристики системы, которые могут быть отнесены к категории интеллектуальных свойств и параметров, чаще всего связывают с техническими характеристиками и технологическими приемами работы с данными, учебной информацией и результатами интерпретации результатов.

Для обеспечения интеллектуальной реакции могут использоваться различные технологические способы и приемы проявления интеллектуальных и дидактических свойств программной среды. Современные информационные системы предназначены для проектирования образовательных систем, обладающих перечнем свойств и характеристик, часть из которых или определенные свойства или качества которых могут быть отнесены к категории интеллектуальных параметров. В данном случае целесообразно говорить об инструментальных технологиях и реализованных алгоритмах проектирования образовательной среды, обладающей теми или иными интеллектуальными характеристиками.

Для проведения процедуры категоризации параметров принято рассматривать перечни характеристик инструментальных систем, которые принимаются во внимание при проведении оценки качества программного обеспечения учебного назначения. В частности, перечень функций и свойств программного изделия учебного назначения может быть представлен на основе отношения этих параметров к обеспечению выполнения основной задачи — предоставление образовательных услуг

с применением технических средств и прогрессивных информационных технологий организации учебных занятий.

Об интеллектуальных свойствах программных систем речь шла, когда поднимался вопрос о функционировании экспертных систем, организации баз данных и интеллектуальных систем управления, обеспечивающих Диалог «Человек–ЭВМ», когда реакция системы управления представлялась и воспринималась как результат некоторой мыслительной деятельности, интеллектуальных усилий или логического осмысления ситуации, возникшей в текущих условиях функционирования.

В современных системах это свойство получило название как «реакция образовательной среды на воздействие со стороны объекта образовательного процесса (обучаемого)». Реакция образовательной среды должна быть обеспечена, в форме и виде, адекватной образовательной ситуации, в знаковой системе, доступной и понятной обучаемому. Таким образом, кроме вычислительного блока система управления должна содержать модуль интерпретации числовых значений контролируемых параметров, обеспечивающий представление информации с применением вывода числовых значений, с использованием понятных методов отображения информации, принятых в тренажерных комплексах и системах Виртуальной Реальности.

Таким образом, перечень характеристик инструментальных комплексов в части дидактических параметров и интеллектуальных свойств должен быть расширен за счет показателей, обеспечивающих оценку интеллектуальных свойств программной системы, комплекса моделирования.

Одно из основных требований к системе организации образовательного или учебно-тренировочного процесса в соответствии с представленными положениями является гибкость системы управления учебным занятием и возможность реализации сложных структур проведения учебных занятий. С учетом значений максимально доступного количества параметров и факторов, которые обеспечивают предметный диалог между обучаемым и образовательной средой. Образовательная среда должна быть понятна для обучаемого способами управления, навигацией по учебному материалу и развитым интерфейсом.

Перечень инструментальных способов организации реакции программной среды, обладающей интеллектуальными свойствами, включает в себя анимационные эффекты, реализованные в графическом

варианте, видеофрагменты и звуковые сообщения, обеспечивающие достаточный уровень оценки действий и анализа ситуаций, и приглашающий к продолжению процесса обучения без отрицательного осадка у пользователя. Звуковые сообщения могут использоваться при формулировании вопроса задания на тренировочное занятие, формирования реакции на учебную ситуацию или оценку результата выполнения заданий.

Практика применения компьютерных средств показывает, что наибольший образовательный эффект имеют программы, где репликация обеспечена в виде комплекса способов реакции, видеографическая и звуковая. Кроме того, педагогически оправданным является применение различных способов организации тест-контроля, когда смежные задачи в сценарии учебного занятия формулируются и выполняются с использованием различных способов организации контроля. Для обеспечения этого требования, в инструментальной системе должны быть реализованы максимально возможное число способов контроля, включая традиционные и оригинальные, обеспечивающие возможность проявления творческих способностей обучаемых.

Представленная стратегия организации образовательного процесса может быть реализована с использованием программного комплекса УРОК, где реализованы около 20-ти способов организации контроля знаний, умений, отличающихся технологией организации выполнения задания и интерпретацией результатов. При этом все способы контроля однообразны по регистрации результатов выполнения задания. В инструментальном комплексе реализована двухуровневая система формирования квалификационной оценки выполнения задания. В основу алгоритма полагается результат выполнения, записываемый в единой для системы контроля норме 0–100 %. При этом все частные результаты автоматически приводятся к этой норме, а квалификационная оценка формируется как интерпретация результата на выделенном разделе учебного материала — дисциплина, тематический раздел, учебный вопрос. Значение оценки и ее знаковое обозначение может быть оригинальным, формируемым в соответствии с требованиями образовательной среды.

В процессе учебного занятия может быть проведена коррекция расписания занятий, выражаемая в изменении последовательности предъявления информации, глубины и способов представления учеб-

ных материалов в соответствии с выбранной моделью образовательной среды, действий обучаемого, результатов текущего контроля.

Программный комплекс предоставляет автору учебных материалов возможность применять динамические модули в качестве программного обеспечения учебно-тренировочного процесса. При этом система формирования квалификационной оценки результата обучения может быть представлена в виде конечной математической модели системы регистрации качества выполнения заданий с гибкой системой формирования исходных данных для моделирования на уровне выражений в соответствии с которыми осуществляется критериальная оценка качества управления и выполнения заданий. Более того, проигрывание видео и звуковых фрагментов также может быть реализовано как процесс, управляемый с использованием математических моделей в соответствии с командами обучаемого, отражаемых в виде значений контролируемых координат математической модели.

Процесс проведения учебного занятия можно реализовать по жесткому сценарию, ориентированному на усвоение нового материала обучаемым со средними способностями. Можно реализовать сценарий учебного занятия с применением алгоритмов настройки темпа обмена информацией между образовательной средой и обучаемым. В программном комплексе могут быть применены различные способы организации диалога, включая простые доступные действия, команды и сложные процедуры управления, организованные как «конструкторская сборка» результата. При этом в одном дидактическом фрагменте могут быть представлены различные способы организации контроля с использованием различных средств выполнения заданий на учебно-тренировочный процесс.

Для проектирования графического интерфейса в программном комплексе представлен специальный редактор, который в совокупности со средствами редактирования системы контроля обеспечивает возможность проектирования сложных и многоуровневых интерфейсов выполнения заданий. В программном обеспечении учебных занятий можно реализовать системы с гипертекстовыми и гиперграфическими переходами по учебному материалу. В этом случае автор имеет возможность перевести часть учебного материала в категорию дополнительной информации по теме занятия, доступной по желанию, команде, обучаемого или в автоматическом режиме, если уровень усвоения учебного

материала оказывается недостаточным для формирования положительной оценки качества обучения.

Учебные модули, разработанные в среде программного комплекса УРОК, могут быть использованы для обучения и организации тест - контроля вне среды разработки, Системы Автора, и среды организации образовательного процесса, Системы Обучаемого, с применением средств автономного запуска из внешних программных систем. С этой целью комплект Программно-инструментального комплекса включает средства автономного запуска, как учебных модулей, так и отдельных дидактических составляющих программного обеспечения учебного и учебно-тренировочного процессов.

Разработка учебных материалов, обладающих интеллектуальными свойствами, технологии проектирования программ компьютерных средств обучения может быть представлена на различных уровнях организации учебных материалов, учебной информации, включая учебное занятие (сценарий занятия), учебный модуль, фрагмент учебного модуля, дидактический объект (объект фрагмента, элемент сценария фрагмента).

1.4. Форматы данных для обеспечения компьютерного сопровождения образовательного процесса

Форматы данных, предназначенных для размещения учебных материалов, имеют специфицированную структуру, где указываются либо технические параметры, либо адресные ссылки, по которым располагается тот или иной блок информации. В формате могут быть предусмотрены ячейки для размещения параметров, обеспечивающих режим вывода информации. А также включать признаки завершения вывода и адреса переходов на следующие за текущим блоки сценария учебного занятия.

Учебные данные могут быть размещены в структуре сценария учебного занятия: библиотечный файл вида – *name.NNN*, где *name* — имя учебного модуля; *NNN* — порядковый номер файла, инициализированного для обеспечения сценария учебного занятия – регистрационное имя в соответствии с учебно-тематическим планом.

Некоторые необходимые данные могут содержаться в специальных файлах. Например, данные для компьютерного тренажера, создаваемого в редакторе динамических модулей, содержатся в файле — *name1.md*,

где *name1* — имя модуля, а *md* — расширение имени файла, динамического модуля, разработанного и сопровождаемого в редакторе ДМ. В свою очередь учебные материалы, обеспечивающие режим контроля сборки графического объекта из отдельных элементов, хранятся в файлах с именем *name2.shva*.

Для включения этих данных в сценарий учебного или учебно-тренировочного занятия в сценарии занятия указывается имя соответствующего файла с учебным материалом. Основной «движок», обеспечивающий вывод данных в среде организации учебного занятия в соответствии с расписанием занятий, содержит необходимые частные «движки», обеспечивающие включение в сценарий учебного занятия данных, представленных в файлах, являются частным конструктором функциональной структуры основного «движка».

Одни и те же задания на контроль знаний могут быть использованы в различных сценариях учебных занятий, обеспечивая таким образом «гибкость» информационной и технологической составляющих в организации учебного и учебно-тренировочного процесса. Кроме представленных выше структур учебного материала в сценариях учебных занятий могут использоваться и стандартные мультимедиаданные, включая графические форматы, видео, звуковое сопровождение, создаваемые и сопровождаемые в стандартных Windows-приложениях.

При указании в сценарии учебного занятия короткого имени файла данный учебный материал, файл с данными, должен располагаться в директории, из которой осуществляется запуск учебного занятия. Если файл с указанным именем не присутствует в директории, то его поиск осуществляется системой запуска в ближайшем окружении автоматически. В случае, когда в сценарии учебного занятия указывается полное имя файла, то поиск данных системой осуществляется по указанному имени, включая адреса, представленные и зарегистрированные в сети.

Такой подход позволяет размещать учебные материалы, как на выделенном компьютере, на удаленных рабочих станциях локальной сети, в глобальной сети INTERNET. Ответственность за размещение данных и обеспечение их указание, поиск и режим запуска возлагается на автора учебных материалов и на административную часть системы организации учебного процесса, снабженную универсальным запускающим — «Движком».

При создании учебно-тренировочного задания в редакторе динамических модулей возникает необходимость объединения математических моделей технических элементов, включенных в систему, являющуюся предметом изучения в определенном учебно-тренировочном задании, в соответствии с технологической схемой. Для обеспечения процедуры объединения математических моделей в редакторе предусмотрен функциональный блок, называемый как «ОБЪЕДИНЕНИЕ». При проведении операции объединения следует указать имена объединяемых модулей M_1 и M_2 , а также имя файла, в который предполагается записать математическую модель, которая будет получена в результате объединения, например — M_0 . Символически эта математическая операция может быть записана в виде $M_1 + M_2 = M_0$. Операция объединения математических моделей M_1 и M_2 будет выполнена системой автоматически и корректно с точки зрения структуры математической модели, предусмотренной в формате записи параметров и данных, принятых в динамическом модуле.

По окончании операций объединения в директории, в которой работает редактор динамических модулей будут представлены три файла с динамическими модулями M_1 , M_2 , M_0 . Система графической интерпретации параметров математической модели в динамическом модуле предназначена для вывода текущих значений координат математической модели в указанных точках экрана ПК способом, представленным в сценарии занятия.

Операции для формирования системы графической интерпретации параметров математической модели и формирование системы графической интерпретации (СГИ) в динамическом модуле проводятся в автоматизированном режиме. При этом указывается переменная математической модели, задается тип вывода информации, а так же — параметры способа и числовые значения атрибутов. Таким образом, процедура создания СГИ сводится к заполнению таблицы стандартного вида. Кроме визуального образа графического объекта в формате данных заполняется таблица соответствия цвета объекта численным значениям параметра математической модели.

В учебном процессе профессиональной подготовки могут применяться компьютерные тренажеры, где в интерфейсе пультов должны отображаться параметры моделируемого технологического оборудования, в том числе — пульты управления, снабженные показывающими приборами — индикаторами.

Таким образом, проектирование системы графической интерпретации заключается в заполнении табличных структур, содержащихся в формате данных на соответствующих панелях в функциональном модуле — редакторе динамических модулей. При этом применяется разработанная технология, позволяющая инициировать отдельные элементы графической интерпретации в автоматизированном режиме. Для обеспечения унифицированной технологии проектирования динамического модуля требуется достаточно тщательный предварительно проработанный проект системы интерпретации в соответствии со сценарием учебного занятия — учебно-тренировочного процесса, реализуемого в режиме компьютерного сопровождения учебно-тренировочного процесса.

1.5. Функциональная структура программно-инструментального комплекса учебного назначения

В системах организации компьютерного сопровождения учебного процесса одной из главных систем является программный комплекс, в котором реализованы операции по инициализации и сопровождению учебных материалов, используемых для проведения учебных занятий. В результате анализа, проведенного в процессе исследовательской работы, сформирован перечень требований к функциональной структуре технологической системы организации образовательного процесса. Комплекс требований сведен к конечному числу функций, которые реализуются в технологических подсистемах и базе сценариев учебных занятий (рис. 1.1).

Подсистема проектирования (рис. 1.2) обеспечивает возможность разработки и адаптации учебных материалов с учетом требований конкретного рабочего плана профессионального обучения.

Для обеспечения контроля учебного процесса инструментальная система должна быть снабжена функциональным блоком проектирования и контроля расписания учебных занятий. С этой целью каждый учебный модуль, предназначенный для включения в программу подготовки, должен содержать в перечне параметров и спецификаций раздел данных и характеристик, обеспечивающих использование данной программы в образовательном процессе.

Параметры, представленные в спецификациях учебных модулей, могут использоваться для проектирования образовательных траекторий

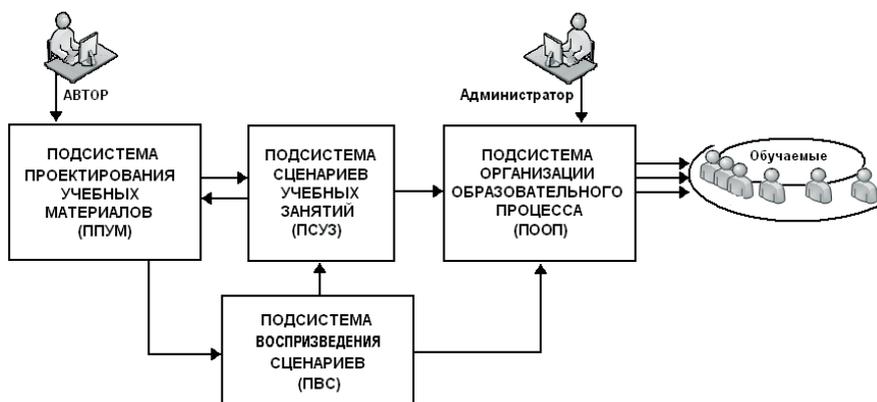


Рис. 1.1. Подсистема проектирования учебных материалов ПШУМ

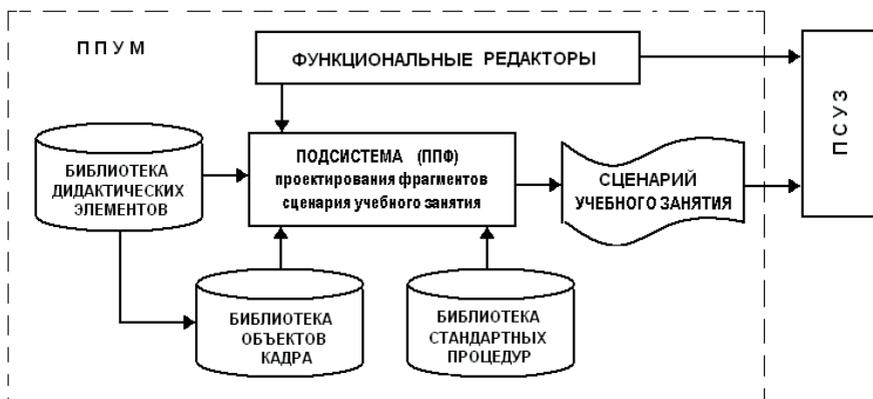


Рис. 1.2. Структура подсистемы проектирования учебных материалов

подготовки. Для обеспечения учебных занятий в состав комплекса включена подсистема воспроизведения сценария учебного занятия ПВ с обеспечением подключения к ней соответствующего учебного модуля. Функциональные требования по организации образовательного процесса, включая управление подготовкой и формированию расписания учебных занятий, представлены в ПООП — Подсистеме Организации Образовательного Процесса (рис. 1.3).

Результаты обучения и квалификационной оценки передаются в Картоотеку результатов (КР) по окончании выделенного учебного занятия по каждому сеансу обучения. Для обеспечения контроля учебного процесса

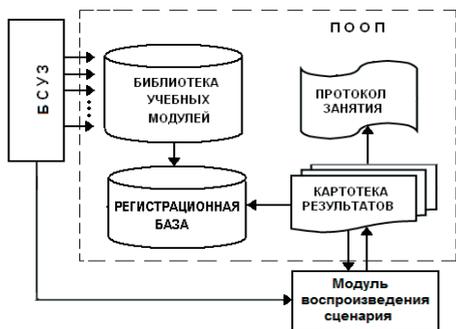


Рис.1.3. Структура подсистемы организации образовательного процесса

система управления снабжена блоком проектирования и управления расписанием учебных занятий. Профессиональные компетенции специалиста отражаются в перечнях характеристик, означающих способность применять знания, умения и практический опыт для успешной деятельности в определенной профессиональной области. Результат обучения выражается стохастической величиной.

Применение программно-инструментального комплекса обеспечивает процедуру обучения достаточную гибкость, возможность в короткие сроки изменять программы подготовки и быть независимой от контингента обучаемых, численного состава групп и учитывать начальную подготовку слушателей и текущие результаты их работы.

Для интеграции различных стандартов, форматов и спецификаций (например, *LOM*, *IMS*, *CP*) в единую модель контента образовательных ресурсов разработан регламент SCORM, который представляет собой техническую инфраструктуру, позволяющую совместно использовать объекты в распределенной образовательной среде. В регламенте SCORM отсутствуют возможности дидактического обеспечения образовательного процесса и организации контроля, требующего проявления творческих способностей при выполнении задания в учебном занятии.

Сегодня существуют отечественные инструментальные системы, в форматах которых могут быть реализованы сложные структуры управления учебным занятием и организации квалификационного контроля, необходимого для оценки профессиональных компетенций специалистов. Структура данных для размещения учебных и измерительных материалов и технологии работы составляют инструментальную основу проектирования компьютерных средств обучения и методического обеспечения разработки сценариев учебных занятий.

Основу проектирования учебных программ составляют структурные элементы, типовые объекты и фрагменты для размещения учебных материалов и данных в соответствии с педагогическим сценарием учеб-

ного занятия, применение которых обеспечивает автоматизированные алгоритмы сборки и разработки компьютерных учебных программ в соответствии с учебными планами. В результате исследований и анализа известных программных систем и комплексов подготовлено общее описание структуры программного обеспечения учебного назначения, которая включает три основных составляющих, объединенных в едином комплексе ЭОР, ИАС, СОП.

Обучающая программа в зависимости от программной среды, в которой она создается, может представлять:

исполняемый программный модуль при реализации на языке высокого уровня;

систему адресов объектов, включенных в состав текущего занятия, при реализации в объектно-ориентированной среде, либо в среде проблемно-ориентированной базы данных;

библиотечный модуль в виде специфицированной системы учебных данных при реализации в программно-инструментальной проблемно или предметно-ориентированной инструментальной системе (авторской системе).

Реализация учебных модулей в программно-инструментальной системе имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с другими способами — на языке высокого уровня и в объектно-ориентированной среде. К преимуществам относятся:

сокращение затрат на проектирование и оформление учебного модуля;

возможность параллельной работы исполнителей в процессе создания программного обеспечения учебного занятия;

облегченный режим адаптации учебного модуля в реальном учебном процессе и авторского сопровождения в процессе эксплуатации, решение проблемы «второго автора».

Сокращение затрат при создании компьютерного учебного модуля достигается за счет большого объема предварительных исследований по проблеме организации системы проектирования и технологизации операций создания учебных материалов, реализуемых в инструментальной системе. Параллельный режим проектирования обеспечивается за счет фрагментации сценария обучения в виде отдельных конструктивных структур — учебных событий и эпизодов с последующим объединением их в результирующую компьютерную программу.

Возможность фрагментации учебного материала на уровне сценария учебного занятия, события или эпизода позволяет существенно сократить и облегчить режим адаптации содержания учебной информации и параметров отдельных учебных эпизодов в соответствии с требованиями органов надзора в сфере образования и профессиональной подготовки работников предприятий.

Виды (типы) учебных модулей, при реализации в программно-инструментальной системе могут быть редуцированы к конечному числу типовых элементов (типовых фрагментов учебного материала).

В современных программных комплексах образовательного назначения в качестве типовых элементов педагогических сценариев принимаются:

фрагмент, где осуществляется предъявление учебного материала, включая графический рисунок, схему и/или текстовый блок;

спецификация внешнего модуля, созданного вне инструментальной среды;

спецификация компьютерного модуля для решения тренажерной задачи (выполнения лабораторной работы);

элементы контроля знаний или управления учебным занятием;

система адресов фрагментов, следующих за текущим, в зависимости от результатов текущего контроля или команд управления.

Поэлементный состав учебных модулей в зависимости от вида учебного занятия представлен в табл. 1.1, где приняты следующие обозначения: ТБ — текстовый блок; ГР — графический рисунок; СЦ — сценарий информации; ЭО — эталоны ответов; АО — анализатор ответов; УК — управление и контроль; РП — редактор переходов;

Т а б л и ц а 1.1

Поэлементный состав учебных модулей (материалов)

Состав модуля	Элементы (объекты учебного модуля)										
	Фрагмент			ВМ	Контроль			Динамич			НР
	ТБ	ГР	СЦ		ЭО	АО	РП	ММ	НТС	УК	
Виды занятий	ТБ	ГР	СЦ	ВМ	ЭО	АО	РП	ММ	НТС	УК	НР
Компьютерный тест	Да	Да	Да	—	Да	Да	—	—	—	—	Да
Компьютерная лекция	Да	Да	Да	Да	—	—	—	—	—	—	—
Обучающая программа	Да	Да	Да	—	—	—	—	—	—	—	—
Обучение с контролем	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	—	—	—	Да
Демонстрационный модуль	Да	Да	Да	—	—	—	—	Да	Да	Да	—
Компьютерный тренажер	—	Да	—	Да	—	Да	—	Да	Да	Да	Да

ВМ — внешний модуль; ММ — математическая модель; ИТС — интерпретатор текущего состояния математической модели; ИР — интерпретатор результата при работе обучающегося в текущем сеансе.

На рис. 1.4 представлен типовой алгоритм интерпретации результата обучения по 5-ти бальной системе.

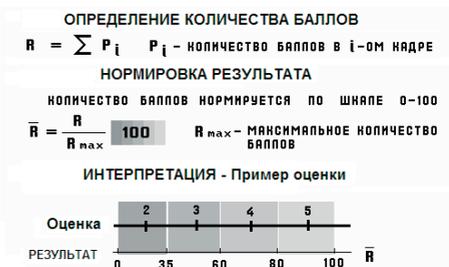


Рис. 1.4. Алгоритм интерпретации результата

Формирование оценки производится на основе результата, который представлен в числовом формате 0–100 баллов (очков, процентов). В соответствии с разработанной методикой проектирования ПИК учебные материалы, предусматриваемые для выделенного учебного занятия, локализованы в виде отдельных структур — файлов. Схема организации учебных материалов представлена на рис. 1.5. Система управления учебным занятием обеспечивает контроль качества ответов обучаемого в блоках контроля, последовательность предъявления учебных материалов, формирование решения на продолжение учебного занятия.

Как правило, в составе кадра представлена его структура, конечное число объектов — $\{O_{ij}\}$ на рис. 1.5 и реакции системы управления учебным занятием. Реакция системы управления при указании на активный объект может быть локальной или глобальной. Кроме того, в системе организации управления в учебном занятии может быть осуществлен переход на фрагмент учебного модуля, следующий за

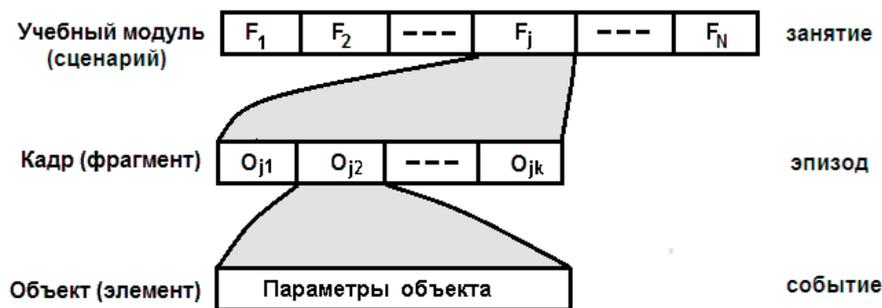


Рис. 1.5. Схема организации учебных материалов

текущим фрагментом в соответствии с педагогическим сценарием учебного занятия.

Обучающие программы, созданные в среде пакетов прикладных программ, относятся к педагогическим программным средствам – ППС. Эти дидактические программные средства предназначены для достижения различных целей обучения: формирования знаний, умений и навыков, контроля качества их усвоения, квалификационного контроля качества обучения и др. ППС обеспечивают возможность приобщения обучаемого к современным методам работы с информацией, позволяют интеллектуализировать учебную деятельность, восстановить роль педагога, как главной фигуры организации образовательного процесса. Применение типовых элементов, шаблонов и объектов в технологической среде обеспечивает возможность стандартизации учебных материалов и способов их представления, организации контроля и управления образовательным процессом, интерпретации результатов обучения, сокращает расход ресурсов на разработку учебных материалов.

Таким образом, предложенный подход анализа современных инструментальных систем обеспечивает возможности стандартизации в сфере компьютерного обучения. Приведенные результаты анализа требований к форматам информации и данных для обеспечения компьютерного сопровождения образовательного процесса положены в основу проекта программно-инструментального комплекса.

ГЛАВА 2

ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫМ ЗАНЯТИЕМ В РЕЖИМЕ КОМПЬЮТЕРНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ

Качество образовательного процесса самым тесным образом связано с эффективностью организации учебного процесса. Основой организации образовательного процесса является управление познавательной деятельностью в соответствии со сценариями учебных занятий по тематическим планам обучения работников и подготовки специалистов.

Перечень показателей, принимаемых во внимание при проведении оценки эффективности компьютерных средств обучения (КСО), как отмечается большинством авторов исследований и работ по проблеме обеспечения качества образовательного процесса, может быть представлен следующими разделами характеристик:

качество учебных материалов их реализации и интерпретации в программном обеспечении, в том числе характеристики средств обучения, как системы данных, предназначенных для организации учебного занятия в различных форматах, включая регулярное образование и самостоятельную подготовку работников в соответствии с индивидуальными планами обучения;

характеристики компьютерных программ при организации тренировочного процесса, включая качество моделирования, эффективность применения средств обучения, характеристики образовательных усилий, способов и средств обучения, интерпретации результатов моделирования;

параметры организации учебного занятия, характеристики модели организации образовательного процесса, принимаемой за основу при организации учебных занятий и качество методического обеспечения, выраженное в показателе качества учебных материалов и организации сценария проведения учебного занятия.

Как показано в работе [123] качество учебных занятий, проводимых в режиме компьютерного сопровождения, непосредственно зависит от такого показателя, как эффективность компьютерных средств обучения [150, 153, 167, 173].

Современные комплексы компьютерной поддержки тренировочного процесса должны быть обеспечены алгоритмами формирования результатов и оценок обучения. Автоматизация проектирования компьютерных средств обучения может быть обеспечена при условии, что все операции оборота учебных материалов, не зависимо от способа записи данных могут быть представлены в виде технологий интерпретации и преобразования, которые выполняются при указании соответствующих команд в перечнях доступных операций и команд, включая организацию управления учебными занятиями.

Математическое моделирование используется при организации учебно-производственных занятий, в которых представлены производственные ситуации со сценариями предаварийного и аварийного развития производственной обстановки [6, 37, 86, 142, 166], где обеспечены решения проблемы организации контроля и оригинальные способы организации управления учебными занятиями. Модели сценариев учебных занятий, интерпретация координат моделей и организации управления должны быть представлены в интерфейсе компьютерного средства обеспечения тренировочного занятия.

Автоматизация процессов информационно-методического обеспечения и организационного управления учебным процессом, по мнению Роберт И.В., является перспективным и практически важным направлением научных исследований. Поэтому актуальность исследований по объявленной теме не вызывает сомнений, если иметь в виду огромное практическое значение проектов, в основу которых принимаются результаты исследований, представленные в данной квалификационной работе.

В работах Бабанского Ю.Н. управление образовательным процессом предложено рассматривать как двухуровневый процесс, когда на нижнем уровне организуется управление в рамках отдельного выделенного учебного занятия, а на верхнем уровне осуществляется управление расписанием учебных занятий.

В систему при формировании оценки качества подготовки специалистов и определения адресов переходов на следующий фрагмент учебного материала в соответствии с указаниями сценария подготовки, должны поступать численные значения результатов контроля, измеренные в системе управления. При этом должна быть обеспечена операция нормирования всех результатов контроля в относительные значения в универсальном формате 0–100.

Проблема оценки эффективности средств обучения возникает всегда, когда в арсенале педагогов, преподавателей, методистов инструкторов производственной подготовки специалистов появляется новое средство. Эффективность средства обучения является показателем, который определяет качество результатов образовательного процесса. Так было, когда появились учебные кинофильмы, учебное телевидение и другие технические средства, в том числе и системы автоматизированного контроля знаний.

В современных условиях, когда в образовательную практику включены персональные компьютеры и современные средства электронных коммуникаций, эта проблема становится актуальной и требующей практического разрешения, особенно в условиях применения дистанционных образовательных технологий, когда непосредственный контакт между преподавателем и обучаемым не предусматривается.

Современные программно-технические системы предоставляют практически неограниченный доступ к огромным информационным ресурсам, накопленным в мировой практике информационного обеспечения профессиональной деятельности. Поэтому одним из важных частных показателей эффективности выступает информационная компетентность пользователя, означающая, что пользователь не только имеет представление, как и где искать необходимую информацию, но и как работать с полученными информационными массивами, особенно в случаях, когда в сопроводительных документах отсутствуют соответствующие указания или рекомендации по применению.

При выборе показателя качества критерием является значение признака, на основании которого производится сравнительная оценка возможных решений и обоснование выбора наилучшего среди принятых в рассмотрении вариантов.

В работах Трапезникова С.Н. сформулирован и обоснован алгоритм оценки эффективности, как одной из характеристик КСО. При этом численное значение этой характеристики определяется как статистическая оценка, формируемая по итогам обработки результатов обучения в аналогичных системах профессиональной подготовки или повышения квалификации специалистов.

В педагогической литературе встречаются различные точки зрения на критерии оптимальности процесса обучения. В частности, в ряде работ принимается во внимание период времени, требуемый для до-

стижения цели образовательного процесса. В ряду других критериев можно отметить объем знаний, их системность и прочность, а также — числовые показатели, такие как отношение числа правильно выполненных заданий к числу предложенных на контрольных занятиях.

Выбор того или иного способа контроля и формирования квалификационной оценки качества обучения зависит от педагогической квалификации преподавателя, обеспечивающего сопровождение образовательного процесса с учетом накопленного опыта организации учебных занятий с применением новых информационных технологий и технических средств для проведения учебных занятий.

Управление учебным занятием в такой постановке задачи заключается в определении и указании блока учебной информации или дополнительного материала, который должен быть представлен обучаемому в соответствии со сценарием учебного занятия, реализованным за счет применения указателей, доступных команд или условий, обеспечивающих контроль образовательного процесса, в виде вычислительных и управленческих процедур. При этом все действия обучаемого в процессе учебного занятия должны регистрироваться в протоколах занятий, обеспечивая возможность проведения дополнительной квалификационной оценки качества обучения и подготовки специалиста к выполнению тех или иных профессиональных действий или штатных обязанностей, например по управлению технологическим оборудованием или объектом.

Для организации оценки качества подготовки должно быть сформулировано соответствующее задание и представлены доступные операции по выполнению. При этом должна быть указана контролируемая координата технологической системы и штатные средства выполнения задания.

Для формирования результата должен быть *реализован алгоритм фиксации качества выполнения задания в виде протоколов с результатами*, в которых должны накапливаться данные о выполнении тех или иных, предусмотренных заданием, действий.

Для организации квалификационной оценки качества подготовки результаты выполнения задания передаются в блок формирования оценки качества, где на основании числового значения результата может быть сформирована квалификационная оценка и показатели качества профессиональной подготовки работника по выполнению заявленных в программе операций управления оборудованием.

2.1. Характеристики средств обучения

Интеллектуальные свойства среды или системы проявляются как реакция на определенные воздействия или состояние информационной модели образовательной среды. С этих позиций образовательная среда или система могут быть охарактеризованы как интеллектуальные системы. То есть система, обладающая интеллектуальными свойствами, которые могут быть отображены и зафиксированы в виде ее реакции и оценены как перечень или набор параметров, свойств и числовых характеристик результатов.

Следовательно, утверждение, что программная система обладает интеллектуальными свойствами, оказывается справедливым, если в процессе ее функционирования проявляется некоторая реакция и предполагается, что реакция при этом проявляется и что эта реакция оказывается адекватной ситуации, в которой находится образовательная система

«Образовательная Среда + Объект Образовательных Усилий – Обучаемый».

Реакция системы при этом может быть выражена в виде изменения графического содержания экрана, вывода текстового сообщения на экран, видео или анимационного фрагмента, звукового сообщения, сигнала или совокупности различных реакций образовательной среды.

В качестве реакции системы возможным эффектом может оказаться результат некоторого логического или вычислительного алгоритма, функционирование которого осуществлено в соответствии с ситуацией, отмеченной в информационной модели фрагмента образовательной среды или ее отдельных элементов, объектов или их совокупности. Вид, форма, величина или объем реакции выступают как характеристики изменения параметра, контролируемого в алгоритме интеллектуального управления.

Образовательная среда или система организации образовательного процесса обладает определенными характеристиками качества как интеллектуальная информационная система или среда (ИИС).

Основные характеристики системы, которые могут быть отнесены к категории интеллектуальных свойств и характеристик, чаще всего связывают с техническими параметрами и технологическими приемами работы с данными, учебной информацией и результатами интерпретации результатов. Для обеспечения интеллектуальной реакции могут использоваться различные технические способы обеспечения и при-

менения интеллектуальных и дидактических свойств образовательной среды.

Современные информационные технологические системы предназначены для проектирования образовательной среды, обладающей перечнем свойств и характеристик, часть из которых, определенные свойства или качества которых могут быть отнесены к категории интеллектуальных параметров. В данном случае целесообразно говорить об инструментальных технологиях и реализованных алгоритмах проектирования образовательной среды, обладающих теми или иными интеллектуальными характеристиками, свойствами.

В интерфейсе системы разработки и сопровождения программ учебного назначения должны быть представлены соответствующие разделы данных, содержащих операции включения в сценарии обучения тех или иных дидактических элементов, объектов и фрагментов и формирования условий в соответствии с которыми обеспечиваются обращения к этим элементам и их представление в соответствии со сценарием учебного занятия.

Важным направлением интеллектуализации компьютерных учебных программ является применение алгоритмов, обеспечивающих интеллектуальные вычислительные процедуры в оценке показателей качества обучения (подготовки).

Основу стратегии инновационного развития Российской Федерации составляют направления, связанные с разработкой и широким внедрением в повседневную практическую деятельность новых технологий, на базе применения средств вычислительной техники и современных коммуникационных технологий информационного обеспечения, снабженных современными алгоритмами и системами обработки, преобразования данных и их интерпретации в указанных форматах представления. Включая особенности и свойства технологических систем производства и организации систем профессиональной подготовки кадров и специалистов для широкого круга производственных систем промышленных комплексов.

Для разработки и обеспечения сопровождения образовательных систем необходимо применять программно-инструментальные комплексы, обеспечивающие автоматизированные технологии проектирования и формирования электронных образовательных ресурсов. Разработка современных программных средств организации образо-

вательного процесса основывается на применении результатов исследований и научных результатов, обеспечивающих решение различных проблем организации компьютерного сопровождения образовательного процесса, включая оптимизацию применения компьютерных технологий в системах проектирования учебных материалов и сценариев организации учебных занятий. При этом законы, правила, методы и алгоритмы, полученные или сформулированные в процессе проведения исследований, должны быть адаптированы для применения в современных технологиях организации образовательного процесса с учетом уровня подготовленности методистов и педагогических работников по программам применения новых технологий организации образовательного процесса.

Существенной задачей является обеспечение этапа технологизации результатов научных исследований. Результаты этапа должны быть представлены в виде рабочих алгоритмов решения частных задач в рамках решения общей проблемы инструментализации процессов проектирования и сопровождения сценариев учебных занятий и обеспечен один из вариантов функционирования — директивный (под управлением пользователя), либо автоматизированный (по заданным условиям или критериям) режим.

В ряде проектов инструментального сопровождения образовательного процесса в качестве основополагающего требования выступает обеспечение совмещенного режима функционирования, когда основные операции проводятся в автоматизированном режиме, а пользователь — оператор программного инструментального комплекса, выступает в качестве наблюдателя с возможностью вмешательства в процессы управления в случае необходимости. Особенно при возникновении сомнений в качестве функционирования системы автоматизированного проектирования, либо когда оказывается необходимым принимать решение на выполнение предписанных алгоритмом указаний и решений, в случаях неоднозначной трактовки результатов или показателей качества проектирования.

Оформление рабочих и технологических операций, осуществляемых в алгоритме в виде индикаторов выполнения перечней действий, должно быть представлено в системе информационного обеспечения функционирования алгоритмов проектирования и разработки учебных материалов в терминах предметных областей, принятых в научном со-

обществе и утвержденных в качестве обязательных для применения в соответствии с действующими стандартами РФ.

Организация учебных занятий в режиме компьютерного сопровождения основывается на принятых в системе перечнях данных, представленных в структурах и перечнях параметров управления учебными занятиями в соответствии с педагогическими сценариями.

Определение понятия технология подразумевает определенный перечень действий, операций преобразования информации для обеспечения выполнения задач, представленных в цели проектирования. Должно быть сформировано нормативно-правовое обеспечение применения новых образовательных приемов, методик и процедур. Под процедурой понимается набор действий, операций, посредством которых осуществляется тот или иной процесс или его отдельный этап, выражающий суть конкретной технологии. Операция — это непосредственное практическое решение задачи в рамках данной процедуры, т.е. однородная логически неделимая часть конкретного процесса.

Таким образом, для включения тех или иных результатов исследования в программный комплекс необходимо представить полученные закономерности в виде технологизированных алгоритмов или процедур, состоящих из перечней логически связанных операций и выступающих как однородные логически неделимые части конкретного информационного процесса.

Анализ современных инструментальных комплексов проектирования электронных образовательных ресурсов показывает, что их функциональная структура, как правило, представлена алгоритмами, давно и хорошо известными и широко используемыми в традиционных образовательных технологиях, без применения результатов научных исследований в сфере педагогического дизайна и обеспечения достаточных показателей дидактической эффективности компьютерных средств обучения и сопровождения образовательного процесса.

Стандарты организации образовательного процесса с использованием современных информационных технологий и технических возможностей автоматизированного проектирования образовательных средств и инструментального сопровождения процессов обучения и профессиональной подготовки специалистов не содержат практических данных и рекомендаций по организации систем компьютерного сопровождения образовательного процесса.

К существенным требованиям может быть отнесено обеспечение информационной безопасности при проведении операций проектирования образовательных ресурсов и проведения настройки компьютерных программ в процессе эксплуатации. Из данного требования вытекает такое качество компьютерных технологий как непрозрачность алгоритма выполнения частных задач проектирования, когда часть основных операций выполняется при неизменном содержании информации на экране ПК, то есть часть операций выполняется без проявления реакции вычислительной среды на результаты вычислительных процессов, как текущих, так и итоговых заключительных положений. Это особенно важно, когда огромные вычислительные и материальные ресурсы расходуются на проведение второстепенных операций, необходимость которых проявилась при разработке технологической структуры алгоритмов на основе результатов научных исследований, проведенных в рамках исследований и подготовки квалификационных работ по темам, связанным с обеспечением инструментальных технологий проектирования электронных ресурсов для организации образовательного процесса.

Пользователь не должен быть знаком с порядком организации алгоритмов оборота данных или обработки информационных массивов данных большой размерности. В данном случае пользователю предоставляется возможность формирования входных данных для проектирования в виде указателей и простых операций назначения и ввода необходимых значений, и формировать указания на завершение или продолжение проектирования с обеспечением передачи результатов проектирования в специальные форматы результатов разработки в соответствии с технологией.

Результаты проектирования должны быть представлены в соответствующих форматах с использованием известных, стандартных способов интерпретации, включая текстовые сообщения или графические указатели по отдельным логически увязанным этапам проектирования.

Следовательно, технология или технологический процесс характеризуется тремя основными признаками:

- разделение процесса на взаимосвязанные этапы;

- координированное и поэтапное выполнение действий, направленных на достижение искомого результата (цели);

- однозначность выполнения включенных в технологию процедур и операций, что является решающим условием достижения результатов, адекватных поставленной цели.

Педагогическая технология выступает в организации образовательного цикла как проекция теории обучения на деятельность преподавателей и слушателей, оказываясь некоторой индикаторной характеристикой, набором логически связанных параметров образовательной среды.

Технологический подход к обучению ставит целью разработать учебный процесс, опираясь на заданные установки, включая социальный заказ, образовательные ориентиры, цели и содержание обучения. В соответствии с этим в учебном процессе выделяются следующие этапы:

постановка целей и их максимальное уточнение, формулировка учебных целей с ориентацией на достижение результатов;

подготовка учебных материалов и организация занятий в соответствии с учебными целями;

оценка текущих результатов, коррекция обучения, направленная на достижение поставленных целей;

заключительная оценка результатов.

Одним из важных элементов в системах организации проектирования и управления образовательным процессом является обеспечение обратной связи по текущим характеристикам и результатам обучения для проведения коррекции обучения, направленной на достижение поставленных целей обучения.

В качестве участников проектирования сценариев учебных занятий и учебных материалов по выделенным тематическим разделам учебных планов должны выступать специально подготовленные педагогические работники, инструкторы производственного обучения, операторы инструментальных комплексов.

Вместе с тем, учебный процесс в формате отдельного занятия, так и в составе полного цикла обучения, опирается на технологию как на процесс овладения соответствующим объемом знаний, навыков и умений с результатами выполнения заданий на учебные занятия с целью использования их в практической деятельности (рис. 2.1).

Процесс оборота данных представлен на рис. 2.1 в виде перечня этапов преобразования исходных данных в конечный результат проектирования и записи информации в специальные структуры. Например, в формат компьютерной программы в динамический модуль, где содержатся все данные о том или ином событии, объекте, дидактическом элементе, включая интерпретацию результатов моделирования или работы информационной модели.

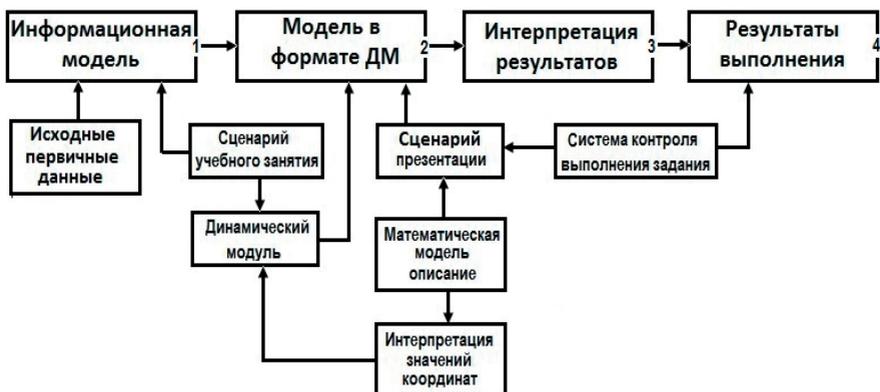


Рис. 2.1. Схема оборота данных в процессе проектирования

Такой подход, когда отдельные педагогические события представлены в виде отдельных учебных фрагментов, обеспечивает возможность адаптации учебных материалов непосредственно в системе организации образовательного процесса и настройку системы моделирования в соответствии с текущими требованиями.

2.2. Формирование результата обучения и оценки качества подготовки

При формировании баз данных, включая базы знаний, особое внимание уделяется вопросу структурирования информационных массивов, выбору принципа размещения данных, кодификации, алгоритмов интерпретации и физического размещения в соответствии с принятыми правилами обращения к информации и ее представление по запросам пользователей. За основу организации данных в базах знаний, как правило, применяется подход обеспечивающий возможность управления знаниями с использованием автоматизированных технологий.

Существуют различные подходы, модели и языки, ориентированные на интегрированное описание данных и знаний. Однако все большую популярность последнее время приобретают онтологии.

Одним из простейших и понятных широкому кругу преподавателей способов структуризации знаний является способ, при котором формирование базы знаний осуществляется последовательно, в соответствии с учебно-тематическим планом дисциплины. Подобный подход исполь-



Рис. 2.2. Структура базы знаний

зуется в базах данных, сопровождающих экспертные системы формирования решений при проектировании технических систем или систем управления технологическими объектами. Структура данных может быть представлена схемой, в виде таблицы, как показано на рис. 2.2.

Структура иерархических связей в базе знаний может быть

представлена в виде таблицы, где отображены названия предметно ориентированных разделов учебного материала. Такое представление знаний может быть реализовано в инструментальном комплексе, где формирование расписания учебных занятий осуществляется в автоматизированном режиме и может быть использовано для обеспечения квалификационных оценок качества обучения и коррекции планов учебных занятий в соответствии с требованиями обеспечения качества подготовки. В такой структуре данных могут быть отмечены как внутрипредметные так и межпредметные отношения (табл. 2.1).

Определение критического учебного модуля в базе знаний и выделение конкретного учебного модуля с целью включения его в расписание занятий осуществляется на основе показателей эффективности, которые заявлены с учетом результатов эксплуатации программного

Т а б л и ц а 2.1

Иерархическая структура учебной информации в базе знаний

Учебная программа	Наименование	Уровни	Указатель	
○ ○ ● ○ ○ ○	Дисциплины	1	3	
○ ○ ○ ○ ● ○	Темы	2	4	
○ ● ○ ○ ○ ○	Разделы	3	2	
○ ○ ○ ● ○ ●	Учебные вопросы	4	3	4
○ ○ ● ● ● ● ●	Учебные модули	5	12	121

обеспечения в предшествующих циклах обучения или как результат экспертной оценки.

Представленная цепь (кортеж программ) позволяет выделить в базе модулей (базе знаний) учебные модули, которые должны быть предъявлены обучаемому, имеющему недостаточный уровень подготовленности по выделенной дисциплине D_3 . Указанные в кортеже учебные модули $MM = \{M_{34231}, M_{34232}, M_{34241}, M_{34242}, M_{34243}\}$ могут рассматриваться как дополнительная программа подготовки, если для решения проблемы не предусмотрен специально подготовленный учебный материал.

Для обеспечения *онтологического* подхода при формировании системы контроля учебного процесса материал, предназначенный для изучения в выделенной дисциплине, необходимо представить в виде перечня тем или разделов, которые могут быть поименованы и включены в табличную структуру по формату таблицы с указанием межпредметных связей (табл. 2.2). Как принято в традиционных системах управления образовательным процессом.

Данное представление учебного материала полагается в основу модели организации учебного процесса в режиме компьютерного сопровождения с учетом спецификаций учебных модулей.

В качестве результатов контроля в строке «Результаты подготовки» в ячейках таблицы представлены данные контроля, включая результаты контроля, проводимого по традиционным технологиям, а также — результаты оценки проектных и управленческих решений и выполнения заданий, предусматриваемых в сценариях учебных занятий в соответствии с критериями, заданными авторами учебных материалов, инструкторами производственного обучения.

Таким образом, *онтологии* — это точные спецификации некоторой области знаний, которая включает в себя словарь терминов предметной области и определенное количество связей (типа «элемент-класс», «часть-целое»), которые описывают, как эти термины соотносятся

Т а б л и ц а 2 . 2

**Причинно-следственные отношения
в организации управления
образовательным процессом**

Номер уровня	Название уровня	Обозначение	
1	Дисциплина	D_3	
2	Тема	T_{34}	
3	Раздел	P_{342}	
4	Учебный вопрос	q_{3423}	q_{3424}
5-1	Учебный модуль	M_{34231}	
5-2		M_{34232}	
5-3			M_{34241}
5-4			M_{34242}
5-5			M_{34243}

между собой. Структура базы знаний, следовательно, представляет собой понятийный скелет предметной области учебной программы — программы обучения. Элементы структуры могут быть приняты из спецификаций учебных материалов или из учебных планов в предшествующих циклах обучения по аналогичным программам.

2.3. Непосредственные показатели качества образования

В педагогической практике возможны различные варианты организации системы оценки качества, включая перечни показателей качества и параметры организации тест-контроля. Для формирования результата контроля качества могут использоваться как непосредственные показатели, так и параметры, значения которых обеспечиваются на основе первичных, в том числе — непосредственных показателей.

Во втором случае система, в которой осуществляется определение значения результата обучения, снабжается соответствующим вычислительным блоком, в котором производится вычисление значения результата контроля на основе полученных непосредственных показателей. В перечень непосредственных показателей могут быть включены параметры, означающие количественные характеристики среды контроля, достигнутые в результате действий обучаемого — выделенная область на экране ПК. Включая число указанных активных областей на экране монитора, значение контролируемого показателя и другие характеристики качества выполнения задания, которые могут быть непосредственно определены, вычислены и включены в алгоритмы для формирования квалификационной оценки степени достижения целей обучения, или профессиональной подготовки.

В качестве показателей оценки качества обучения могут выступать такие параметры, как «0 – 1», «Годен – Не годен», «Допущен – Не допущен», или иные способы интерпретации и отображения качества выполнения заданий на учебные занятия.

В ряде работ критерием оптимальности считается степень достижения образовательных целей при оптимизации отдельных учебных занятий, комплекса занятий или требований квалификационных характеристик образовательного стандарта.

Задача обоснования сводится к одному из трех способов:

- 1) выбор наилучшего варианта, обеспечивающего достижение заданного результата при фиксированном ресурсе;

- 2) выбор наилучшего варианта при фиксированном ресурсе;
- 3) поиск наилучшего варианта проводится без зафиксированных результатов и выделенного ресурса.

Для второго типа критерий может быть записан в виде

$$K = \max \{k(U)\},$$

где U — множество альтернатив (способов, методов организации процесса подготовки).

Показатель $k(U)$ может быть определен отношением

$$k(U) = k_{dc} / k_{pc},$$

где k_{dc} — показатель эффективности дидактической системы; k_{pc} — показатель эффективности используемого компьютерного средства обучения, $k_{pc} = T_{эвм} / T_{общ}$; $T_{эвм}$ — математическое ожидание периода времени работы одного обучающегося на ЭВМ; $T_{общ}$ — общее время, отведенное для изучения выделенной дисциплины или раздела программы подготовки.

Подход, в котором используются временные показатели для оценки эффективности средства обучения, как представлено выше, нельзя принимать безусловным, так как продолжительность сеанса работы обучающегося не может являться критерием качества обученности.

Следует иметь в виду, что какие бы уникальные педагогические находки или дидактические приемы не применялись, при организации информационного образовательного пространства, результат обученности может быть зафиксирован и оценен спустя некоторое, как правило, неопределенное, время.

Характеристики качества подготовки начнут проявляться в практической деятельности специалиста, а необходимость учета коэффициента k_{pc} определяется потребностью создания и применения КСО, обеспечивающих достижение целей за наименьшее время.

В качестве частных показателей для k_{dc} в условиях требований к организации образовательного процесса следует принимать уровень обученности — P_{ij} , а также — затраты времени на достижение поставленной цели обучения — T_{ij} . При этом возникает ряд проблем, среди которых отметим следующие:

отсутствие в системе образования единой шкалы оценки уровня обученности, при этом высокой остается вероятность субъективизма в

оценке результатов функционирования дидактической системы;

необходимость оптимизации показателя k_{dc} по совокупности частных показателей (P_{ij} и T_{ij}).

Для решения первой задачи предлагается методика определения степени достижения цели обучения в условиях применения компьютерных средств профессиональной подготовки специалистов и системы базовых индикаторов, показателей качества.

При оптимизации по совокупности частных показателей необходимо применять математические модели, в которых представлена зависимость показателей результатов подготовки от образовательных усилий с учетом факторов, которые не могут быть непосредственно измерены.

2.4. Организация тест-контроля и навигации

Под навигацией в учебном модуле, сценарии учебного занятия, подразумевается система переходов между учебными фрагментами, обращений к внешним структурам через активные объекты и по указанным условиям. Для формирования системы навигации в учебном модуле должны быть определены условия переходов и обращений к дидактическим элементам и объектам. Навигация в учебном модуле функционирует в трех режимах — простой переход, директивный переход по указателю и автоматический по условию (рис. 2.3).

В случае «*Простой переход*» — переходы осуществляются по указанию пользователя на любую клавишу или через указанный промежуток времени.

В случае «*Переход по указателю*» — переходы осуществляются по указанию пользователя — обучаемого на определенную область экрана.

В случае «*Переход по условию*» — переходы и обращения к фрагментам учебного материала осуществляются в соответствии с заданным алгоритмом, по результату работы вычислительной процедуры или сформированному условию.

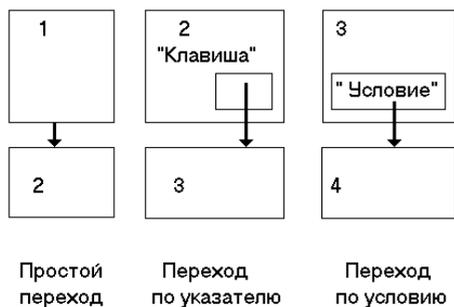


Рис. 2.3. Схемы организации переходов между отдельными фрагментами сценария учебного занятия

Простой переход может быть обеспечен как переход к следующему разделу учебного материала в соответствии со сценарием учебного занятия по нажатию любой клавиши или по истечению указанного периода времени. В качестве замечания следует отметить, что оба указанных типа простых переходов могут быть реализованы в одном кадре. Соответствующие операции проектирования сценария выполняются на панелях инструментальной подсистемы проектирования учебных материалов.

Необходимость объединения в одном кадре двух типов простых переходов возникает, когда требуется предоставить пользователю возможность досрочного перехода на следующий кадр по сценарию обучения, не ожидая истечения заявленного времени, либо представить следующий фрагмент даже в том случае, когда пользователь не проявляет активности в текущем кадре в течение заданного периода времени.

Переходы по указателю организуются в кадре, когда необходимо предоставить пользователю возможность выбора направления движения по сценарию занятия. С этой целью в текущем кадре создаются «объекты-кнопки» и для каждого объекта указывается номер кадра, на который будет осуществляться переход при указании на объект-кнопка. Объект-кнопка — «клавиша», которая представляет собой активную область с соответствующими атрибутами (спецификациями):

- Размеры объекта-кнопки и координаты размещения ее на экране;
- Текст (надпись на кнопке);
- Фон и плотность вывода фона;
- Вид и тип кнопки;
- Рисунок на кнопке;
- Эффект вывода кнопки, время вывода и удаления;
- Указатель реакции при указании на кнопку;
- Область влияния указателя (локальный или глобальный объект).

Система навигации формируется в том же формате, что и контроль знаний. Отличительным признаком является отсутствие оценки результата контроля — блокировка записи результата и спецификаций «Зачетность» отсутствует.

Переход по условию — к операциям управления и навигации следует отнести две функции — «Случай» и «Расчет». Функция «Случай» в текущем кадре обеспечивает случайный выбор номера кадра из указанного перечня. Такая задача чаще всего возникает при организации

тест-контроль. При этом вопросы могут предъявляться пользователю в случайном порядке (рис. 2.4).

Как видно в кадре № 1 (см. рис.2.4) пользователь должен принять решение — продолжить работу или закончить выполнение задания. В кадре для этой цели предусмотрены две кнопки:

«IN» — Начать работу, контроль»

«OUT» — Выйти из учебного модуля – завершить занятие или продолжить его в соответствии со сценарием.

При указании на кнопку «IN» осуществляется переход на кадр № 2, где реализован случайный выбор номера кадра в базе контроля. В базу контроля включены кадры №3–12. По окончании контроля в любом из кадров №3–12 осуществляется возврат в кадр № 2, где проводится следующий цикл «голосования». Выполняется проверка кадров, которые предъявляются пользователю из указанных в базе контроля в предыдущих циклах с начала текущего сеанса. При исчерпании указанного числа контрольных вопросов (в данном случае $N=5$) производится завершение тест-контроль и выход из программы.

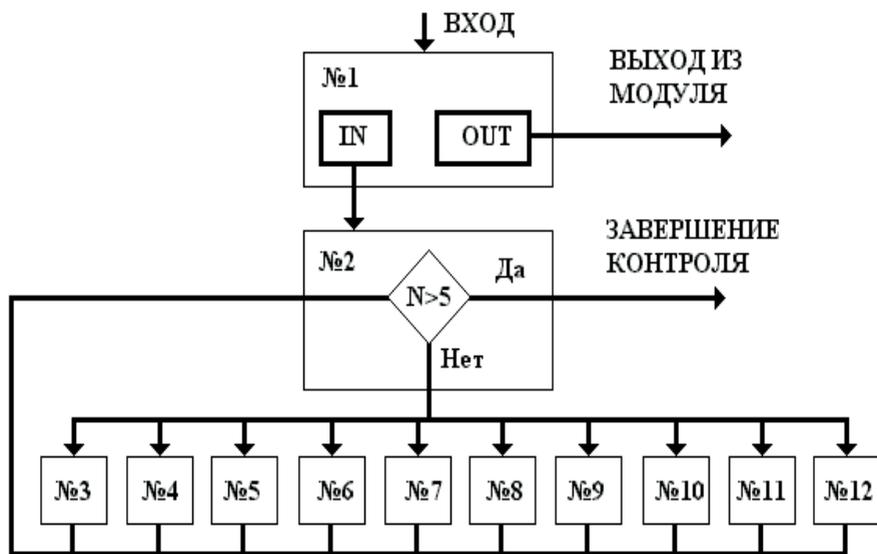


Рис. 2.4. Структура типового учебного модуля для оценки квалификации работников

2.5. Автоматизация проектирования системы управления в компьютерном обучении

Все объекты и явления окружающего мира могут быть представлены в виде некоторого их описания. «Описания» принято называть как модели. В соответствии с видами, «описания» модели относятся к одному из следующих классов: описательные, алгоритмические, математические.

Класс описательных моделей включает результаты сторонних наблюдений за «поведением объекта наблюдения». Типичным представителем «модели описательного класса» является «летопись» — описание и интерпретация представления объекта или его «поведения». Описательные модели, как правило, не содержат в своей основе результатов осмысления или формализованного представления развития системы.

Математические модели могут быть представлены в виде оператора F , определяющего значения характеристики P в соответствии с заданным значением некоторого управляющего параметра S . Вид математической модели, в соответствии с представленным выше определением, записывается как

$$P=F(S).$$

Оператор F является «обобщенным оператором», который позволяет определить численные значения характеристики P при заданных значениях параметра S .

Алгоритмические модели содержат в своей структуре некоторую последовательность элементов «описательных и математических моделей», которые соединены направленными связями и точками принятия решений — элементами алгоритма. Алгоритмические модели относятся к промежуточному классу между «описательным» и «математическим» классами. Математические модели могут быть заданы в виде конечных математических соотношений, выражений или в табличном виде. В качестве варианта математической модели может быть рассмотрена таблица значений показателя P при определенных значениях параметра S (табл. 2.3).

Т а б л и ц а 2.3

Вариант представления математической модели в виде таблицы узлов значений

S	S_1	S_2	...	S_n
P	P_1	P_2	...	P_n

Пару значений $\{S_i, P_i\}$ принято называть как «узел сетки значений». В символьном виде математическая модель записывается как

$$P_i = T(S_i),$$

где $i = 1, \dots, n$ — номер узла в таблице 2.3; T — оператор, определяющий формат представления модели в виде таблицы; n — число узлов значений (пар чисел), представленных в таблице.

Для определения значений показателя P , когда значение параметра S не представлено в перечне «узлов таблицы» S_i , применяются методы аппроксимации:

интерполяции, когда значение параметра S оказывается в пределах $(S_1 - S_n)$, или $S^* \in \{S_1 - S_n\}$;

экстраполяции, когда значение S^* оказывается вне пределов $(S_1 - S_n)$.

Определенным недостатком табличного представления математической модели является неопределенность значения показателя P , когда значение параметра S оказывается вне значений узлов табл. 2.3.

Интерполяция и экстраполяция являются математическими способами определения значений показателя P , когда значение S не совпадает ни с одним из значений, представленных в табл. 2.3 — $S \in \{S_1, S_n\}$.

Интерполяция и экстраполяция (аппроксимация) представляют собой методы, с помощью которых формируется математическое описание вида зависимости показателя P как в узлах таблицы, между узлами ($S \in \{S_1, \dots, S_n\}$), так и вне сетки узлов таблицы ($S \notin \{S_1, \dots, S_n\}$).

Фактически, интерполирующие и экстраполирующие функции $P_u = f_u(S)$, $P_e = f_e(S)$ являются определенными математическими моде-

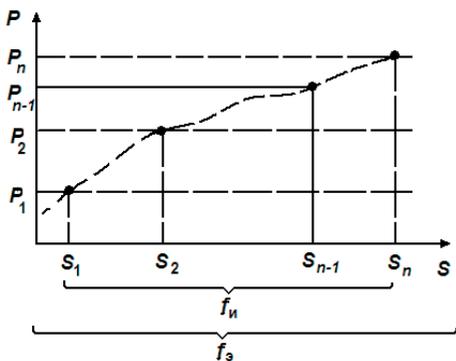


Рис. 2.5. Области определения аппроксимирующих функций

лями значений показателя P , как функций f_u и f_e параметра S . На рис. 2.5. представлены области определения функций f_u и f_e .

В практических приложениях математическая модель может быть представлена в виде конечного математического выражения, в котором функциональный оператор F_m обеспечивает однозначное определение значения показателя P_3 при заданном значении параметра S_3 :

$$P = F_m(S)$$

На рис. 2.6 представлена зависимость значения показателя P_m от параметра S .

Для достижения показателем P значения $P = P_3$ в системе обучения необходимо приложить усилие, равное S_3 . С другой стороны, при обеспечении качества работы системы, как P_T , следует приложить усилие, равное $S = S_T$, как показано на рис. 2.7.

Математическая модель в этом виде может быть сформирована на основании:

- физических или иных законов функционирования;
- закономерностей протекания процессов и функционирования объектов (систем);
- аналитических описаний реальных событий и поведения объектов описания;

- экспертных оценок, заключений;

- результатов обработки показателей качества обучения (подготовки), накопленных за определенный период наблюдения и т.п.

Основным требованием при организации моделирования является обеспечение требования точности (качества) воспроизведения значений, представленных в экспериментальных данных или полученных из экспертных оценок.

В образовательной сфере в качестве показателя P принимается уровень подготовленности обучаемого к выполнению предметно-ориентированных и профессионально-ориентированных заданий и требований. В частности, в регулярном образовательном процессе качество образования регламентируется требованиями государственного образовательного стандарта (ГОС), где представлен перечень показателей

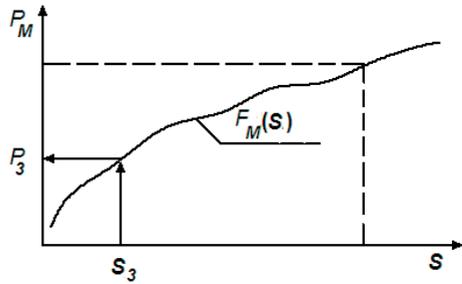


Рис. 2.6. Зависимость показателя качества обучения от величины образовательного усилия

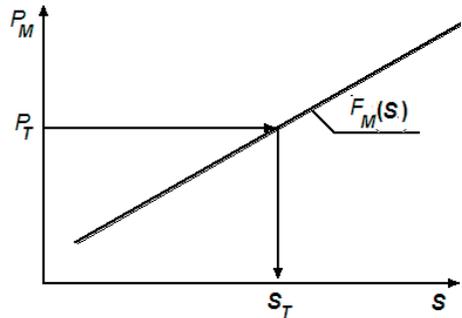


Рис. 2.7. Определение образовательного усилия для достижения требуемого качества обучения

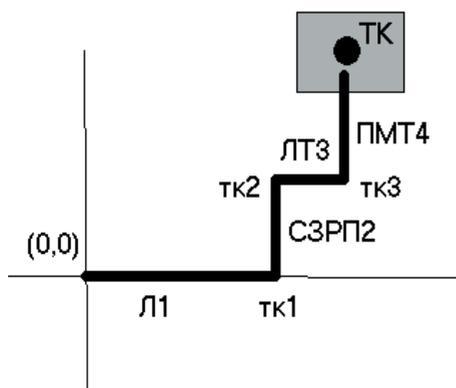


Рис. 2.8. Диаграмма учебного плана подготовки работников предприятия

основных цехов энергопроизводящего предприятия, отражен на соответствующей диаграмме (рис. 2.8).

При этом лекционные занятия сгруппированы в начале раздела (Л), далее представлены занятия под руководством преподавателя (СЗРП) с включением контрольных занятий (ТК), завершающим этапом по дисциплине является компьютерный тренаж на локальных тренажерах (ЛТ) и комплексная тренировка в составе смены на полномасштабном тренажере (ПМТ).

Данная последовательность учебных занятий является классической и достаточной, чтобы в завершении цикла подготовки объем знаний и навыков оказался достаточным для квалифицированной работы слушателя в соответствии со штатным расписанием на выделенном рабочем

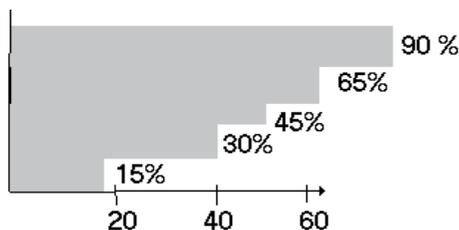


Рис. 2.9. Диаграмма с квалификационными уровнями профессиональной подготовки

и уровень требований (должен владеть, уметь, выполнять), по которым осуществляется квалификационная оценка.

Различные виды учебных занятий и их информационное содержание обладают различной эффективностью, выражающейся в обеспечении качества подготовки.

Учебно-тематический план, в котором представлены все виды организации учебных занятий, предусмотренные в цикле подготовки специалистов

месте. Диаграмма организации цикла подготовки с указанием квалификационных уровней профессиональной подготовки изображена на рис. 2.9.

Если представить область знаний как некоторую зону в прямоугольных координатах, то расписание занятий может быть изображено в виде ломаной

линии, начинающейся в начале координат, и заканчивающейся в точке ТК₀, означающей требуемое качество подготовки специалиста по указанной дисциплине в программе подготовки (рис. 2.10).

Требуемое качество обучения определяется из квалификационных характеристик в соответствии со штатным расписанием, где определены разделы знаний и умений, а также — степени готовности, обеспечивающие требуемое качество выполнения производственных обязанностей специалистами на указанном рабочем месте в соответствии со штатным расписанием.

Для формирования перечня характеристик образовательных усилий принимаются во внимание результативность подготовки специалистов по традиционным технологиям, а также — соответствие результатов подготовки и качества выполнения штатных производственных обязанностей участников контрольной группы. Кроме того, характеристики образовательных усилий в определенной степени зависят от периода включения вида занятий в учебном плане подготовки и результатов, достигнутых слушателем на предшествующих занятиях, предусмотренных по дисциплине, и по смежным дисциплинам.

В соответствии с нормой результатов контроля значение показателя, принимаемое для определения численного значения характеристик образовательных усилий и качества подготовки специалиста, выбирается в диапазоне 0–100%.

Численное значение квалификационной характеристики образовательного цикла может быть определено как результат обработки информации о результатах подготовки контрольной группы и контроля квалификации при выполнении штатных обязанностей на рабочем месте специалиста-слушателя. Эти характеристики могут быть приняты также из результатов экспертной оценки и результатов наблюдений за контрольной группой слушателей. В любом случае формируется система показателей, пример которой представлен в виде табл. 2.4.

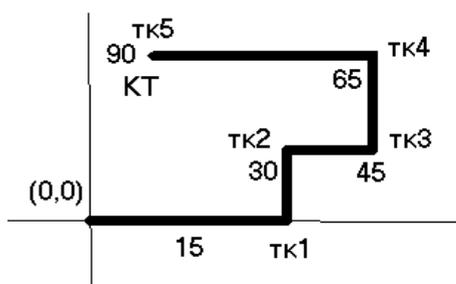


Рис. 2.10. Графическое представление расписания учебных занятий в цикле подготовки

Система показателей образовательного цикла

№	Тема	Вид занятия, название из перечня доступных	Эффективность, %	Вероятностная оценка
1	Общие принципы управления	Лекция	10	0,1
2	Порядок и регламент управления	СЗРП	30	0,3
3	Системы аварийной защиты	Локальный тренажер	25	0,25
4	Перевод системы в безопасный режим эксплуатации	Полномасштабный тренажер	35	0,35

Рассмотрим пример, когда учебная программа, включая последовательность тем и видов занятий, формируется на основе анализа результатов на предшествующих этапах обучения. Такая необходимость возникает, когда требуется разработать и реализовать индивидуальную образовательную траекторию для слушателей с учетом результатов освоения дисциплины на предварительных этапах подготовки и наличия учебных модулей, обеспечивающих сопровождение занятий по указанной программе подготовки.

Исходные данные при формировании индивидуальных программ: таблица результатов по выделенным темам, разделам тематического плана;

характеристики учебных материалов, содержащих учебные модули по тематическому плану и их характеристики, полученные как результат экспертной оценки параметров образовательных усилий, которые обеспечиваются реализованными в базе учебных модулей учебными занятиями.

При формировании расписания занятий в качестве параметра S , «образовательные усилия», в процессе формирования расписания при заданной последовательности видов учебных занятий, принята продолжительность занятий — T . Полагается, что качество подготовки оказывается пропорциональным по отношению к параметру «образовательного усилия» на первом этапе учебных занятий вне зависимости от вида занятия.

Приращения параметра T в процессе формирования образовательной траектории остаются строго постоянными и равными ΔT , где T — дискретная величина в соответствии с сеткой учебных занятий, образовательной траектории. В качестве начальной точки выбрана точка

с координатами $P=0$, а в качестве конечной выбрана точка с координатой $P=100$. Изменения показателя P в процессе настройки первый вид занятий, лекционный цикл, исчерпал свои возможности уже по окончанию третьего шага.

Самостоятельные занятия — к концу второго шага, тренировки на локальном тренажере и в составе смены также исчерпали свой потенциал к концу второго шага. Таким образом, весь цикл подготовки, локализованный относительно заданной последовательности видов учебных занятий может быть завершен к концу 11-го шага (периода занятий). При этом число шагов или стадий учебных занятий оказывается таким, как представлено в табл. 2.5.

Система контроля данных оценки качества является многоуровневой и включает первичные данные, показатели оценки и интерпретирующие показатели. Первичные данные $\{P_{ij}\}$ — это система объективных базовых характеристик, результатов подготовки, полученных в системе контроля.

Т а б л и ц а 2.5

Виды занятий и их продолжительность

№ пп	Вид занятия в заданной последовательности	Продолжительность, число занятий, объем учебной нагрузки
1	Лекция	4
2	СЗРП	3
3	ЛТ	2
4	ПМТ	2

Базовые характеристики должны быть измеряемыми и представляться в согласованных единицах измерения — баллах, процентах, относительных единицах. Показатели оценки $\{MD\}$ формируются на основе первичных данных

$$\square \{P_{ij}\} \rightarrow \{MD_{ij}\},$$

где $\square \{P_{ij}\}$ — многомерная функция, в общем случае — нелинейная.

Как частный случай, функции \square могут обеспечивать операцию нормировки первичных данных для обеспечения корректности интерпретации показателей.

Интерпретирующие показатели $\{ID_k\}$ — необходимы для формирования квалификационной характеристики качества обучения. Квалификационная оценка выступает как интерпретация результата, достигнутого при контроле. Система интерпретирующих показателей

$\{ID_k\}$ формируется на базе показателей оценки $\{MD\}$

$$L\{MD\} \rightarrow \{ID_k\}$$

Функции L могут быть как непрерывными, так и дискретными, в частном случае — пороговыми. Для формирования показателей оценки в системе управления данными должны быть предусмотрены алгоритмы обработки результатов контроля и заданы соответствующие параметры для настройки алгоритмов оценки результатов.

Разнородность результатов контроля осложняет процедуру получения объективных оценок показателей. Все данные следует подвергнуть операции нормировки — сведению к единой безразмерной шкале с единой нормой оценки. С этой целью предложен алгоритм нормировки исходных данных — результатов измерения.

$$P_{ij}^* = N_j^{-1} P_{ij},$$

где N_j — коэффициент нормировки, который может быть определен, например, как среднее значение показателя P_{ij} по выделенной группе характеристик ($i = 1, \dots, n$):

$$N_j = n^{-1} \sum_{i=1}^n P_{ij}.$$

В этом случае данные $\{P_{ij}\}$ в системе оказываются отнормированными относительно значения, равного 1,0. Массив данных — численных значений характеристик M_{ikj} — формируется по представленной выше методике и записывается в массив

$$M_{ijk} \rightarrow N_{ijk} \rightarrow m_{ijk}^*,$$

где i — номер группы характеристик; j — номер данных в k -й группе измеряемых результатов.

Выражение для оценки показателя результата обучения с учетом веса показателя A_k и приоритета K_{ik} для i -й выделенной группы характеристик можно записать в виде

$$C_i = \sum_{k=1}^N A_k K_{ik} m_{ikj}^*.$$

Элементы массива m_{ikj}^* принимаются в качестве исходных данных для оценки показателя качества и управления образовательным процессом. В результате предварительной обработки данных по выделенным

группам характеристик, формируется информационный массив частных показателей $\{C_i\}$, который используется для формирования квалификационной оценки за определенный период подготовки.

Для реализации функциональной структуры инструментального комплекса необходима разработка новых технологий организации подготовки специалистов, обучения и контроля профессиональных компетенций специалистов, включая структуры учебных модулей, содержание учебных материалов, системы организации контроля и управления учебными занятиями.

Для организации контроля знаний и управления учебными занятиями система обеспечивается базой знаний, выполненной в виде табличных структур в которых представлены тематические разделы, параграфы учебного материала и перечни учебных вопросов в соответствии с учебными планами профессионального обучения по различным дисциплинам из учебного плана подготовки (см. рис. 2.2).

Для каждого элемента онтологической структуры знаний в образовательном процессе должны быть достигнуты показатели подготовки не ниже контрольных значений. Перечень вопросов может включать решение нестандартных задач, которые не нашли отражения в учебном плане, но отдельные учебные сюжеты могут быть приняты в технологию решения, как составляющие, обеспечивающие частные решения отдельных подзадач в комплексе проблем по этапам подготовки. Представление базы знаний в виде многоуровневой структуры обеспечивает достаточную наглядность и логически понятную структуру учебного материала (табл. 2.6). В базе знаний представлены:

названия разделов учебного материала и значения параметров настройки системы контроля — показатели контроля, цена вопроса в составе учебного материала;

временные параметры для системы организации учебного процесса; период времени, выделенный для изучения данного раздела;

квалификационный уровень результата, который может быть принят как достаточный, с соответствующей квалификационной характеристикой результата.

Результаты записываются в соответствующие ячейки таблицы в картотеке результатов по каждому сеансу учебных занятий и сводятся

Формат данных системы оценки результатов подготовки

№ п/п	Тема (название, номер), регистрационный код	Т1, К1				
		T_{11}	T_{12}	T_{13}	T_{14}	T_{15}
1	Раздел темы, параграф	T_{11}	T_{12}	T_{13}	T_{14}	T_{15}
2	Цена раздела в составе Темы	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}
3	Квалификационный уровень результата	R_{11}	R_{12}	R_{13}	R_{14}	R_{15}
4	Результат подготовки	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}	P_{15}
5	Оценка результата	o_{11}	o_{12}	o_{13}	o_{14}	o_{15}

в квалификационную оценку, начиная с уровня учебного вопроса и завершая уровнем дисциплины. Квалификационная оценка формируется по комплексу дисциплин, включенных в состав программы обучения, в цикл подготовки (профессиональной переподготовки, повышения квалификации). В алгоритме системы управления значение оценки может определяться в соответствии с выражением:

$$o = \rho \left\{ \sum_i^N W_i \sum_j^n K_{ij} P_{ij} \right\},$$

где o — оценка результата; P_{ij} — значение j -го показателя в i -й группе исходных данных; ρ — параметр, обеспечивающий перевод измеряемых результатов обучения в оценку результата; n — количество тем (разделов) учебных материалов в i -й дисциплине; N — количество дисциплин в цикле учебных занятий; W_i — вес i -й группы показателей; K_{ij} — коэффициент при показателе P_{ij} .

Преимуществом предлагаемого подхода к организации системы контроля по сравнению с другими системами является возможность использования в аттестационных мероприятиях результатов, полученных ранее на предшествующих циклах подготовки, и сопровождение квалификации специалиста в течение продолжительного периода его активной деятельности.

Все способы организации и спецификации учебных, измерительных материалов являются строго детерминированными. В то же время, результат, достигаемый обучаемыми, оказывается стохастической величиной, зависящей от параметров организации учебных занятий.

Результат подготовки может быть записан в виде функции, в которой два ключевых параметра связаны зависимостью вида $P = P(T)$, где P —

показатель качества образовательного процесса, характеризующий способность обучаемого выполнять профессионально-ориентированные функции в результате подготовки. При этом значение параметра P может оказываться в некоторой зоне значений dP , T — численное значение образовательного усилия, прилагаемого по отношению к обучаемому со стороны образовательной среды, в частном случае — продолжительность учебной подготовки с помощью выбранного средства обучения.

С учетом факторов, оказывающих влияние на результат обучения или воздействия образовательного усилия, процесс изменения показателя P является вероятностным. Результат занятий может быть спрогнозирован с неопределенностью, зависящей от значений факторов, таких, как качество и состояние средств воздействия образовательных усилий, а также от способностей и психофизиологического состояния обучаемого.

Образовательный процесс связан с обменом информацией: передачей учебной информации от образовательной среды к обучаемому, или извлечением информации в образовательной среде и интерпретацией учебной информации обучаемым. Поэтому подход, основанный на оценке неопределенности приема информации, определяемой мерой — энтропией, может быть принят для оценки показателя качества образовательного процесса и эффективности элементов организации этого процесса.

Значение результата подготовки или оценки результата обучения, включаемых в спецификации учебных материалов могут быть получены из статистического анализа результатов обучения в предшествующих циклах учебных занятий по аналогичным программам подготовки специалистов

$$Q \in \{q_{ijklm}\},$$

где m — номер учебного модуля в перечне модулей, обеспечивающих учебный процесс по i -й дисциплине, j -й теме, k -му разделу, l -му учебному вопросу, отличающихся способом организации учебного занятия по выделенному учебному вопросу и, соответственно, по эффективности средства обучения.

Учебные модули объединены в тематические разделы и перечни дисциплин:

$P_{ijk} \in \{q_{ijkl}\}$ — перечень разделов учебного материала;

$T_{ij} \in \{P_{ijk}\}$ — перечень тем;

$D_i \in \{T_{ij}\}, D_i \subset \{D\}$ — перечень дисциплин, зарегистрированных по выделенному циклу профессиональной подготовки специалистов.

Для каждого учебного вопроса в базе модулей должен быть представлен, по крайней мере, один учебный компьютерный модуль или фрагмент, обеспечивающий проведение учебного занятия по выделенному разделу, теме и учебному вопросу.

Задача управления образовательным процессом заключается в определении учебного модуля, который должен быть предъявлен обучаемому на текущем этапе подготовки в соответствии с требованием выполнения основной задачи, достижения заданного уровня знаний, умений, навыков, выраженного в числовом значении качества обучения, значение оценки Q не должно быть меньше индикаторного значения квалификационного уровня LC , то есть $Q > LC$, начиная с верхнего уровня — уровня дисциплин

$$QD_i > LCD_i, \quad i = 1, \dots, N,$$

где N — количество учебных дисциплин, представленных в программе подготовки, и завершая уровнем учебных вопросов;

$$Q_{qijklm} > LC_{qijklm}, \quad i = 1, \dots, M,$$

где M — количество учебных вопросов в выделенном тематическом разделе учебного материала.

При этом разделы учебного материала и учебные вопросы, показатели по которым не удовлетворяют неравенствам, составляют перечень фрагментов учебного материала, по которым обучаемый не проявил достаточного уровня знаний, как показано в табл. 2.1.

При организации управления должен быть выделен учебный модуль, содержащий учебную информацию для предъявления ее обучаемому для обеспечения значения показателя качества, достаточного для положительного решения при квалификационной аттестации. Одной из серьезных проблем является отсутствие индикаторов уровня компетенций и алгоритмов определения их числовых значений. Задача спецификации учебных модулей решается за счет пополнения перечня характеристик, вносимых администратором системы при регистрации учебного модуля, и выходных данных учебных материалов, соответствующими указателями.

Сценарий учебного модуля представляет собой упорядоченный набор дидактических объектов и элементов, параметров управления сценарием учебного занятия и системы интерпретации результатов работы и действий обучаемого. Система управления снабжается указателями, обеспечивающими ориентацию слушателей в учебном материале и навигацию в процессе выполнения заданий учебного занятия.

Основной задачей, возлагаемой на систему контроля знаний, умений, навыков в подготовке специалистов является формирование квалификационной оценки профессиональных компетенций в соответствии с требованиями, представленными в системе организации обучения. В современных системах управления технологическими процессами наряду с корректностью действий учитывается такой показатель качества, как период выполнения операций или управленческих действий. Поэтому выражение для формирования результата контроля имеет вид

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n c_i r_i f_i(t)}{\sum_{i=1}^n c_i},$$

где r_i — численное значение веса ответа (%); c_i — цена вопроса (баллов); вес ответа r_i означает степень правильности ответа на вопрос, сформулированный в текущем фрагменте учебного материала в соответствии со спецификациями способа контроля и значениями параметров настройки системы контроля. Каждому ответу ставится в соответствие значение веса от 0,0 до 1,0. Цена c_i в выражении результата обеспечивает учет сложности учебного вопроса в составе темы или раздела. Численные значения цены устанавливаются в баллах — от -100 до +100; $f_i(t)$ — функция продолжительности формирования ответа и выполнения операции управления.

Необходимость контроля продолжительности сеанса возникает в следующих случаях:

необходимо соблюдение регламента занятия в соответствии с учебным расписанием;

квалификационная оценка периода выполнения задания тест - контроля зависит от времени формулирования ответа и продолжительности выполнения задания.

Продолжительность сеанса контроля или выполнения задания

включает основное время — t_o и дополнительное — t_d . Дополнительное время может не задаваться $t_d = 0$ — значение по умолчанию. В технологической системе для организации тест-контроля может быть реализован широкий спектр способов контроля знаний и умений, обеспечивающих возможность проведения контроля практически любого уровня сложности с учетом дидактических требований.

Наиболее значимые вопросы должны иметь более высокий балл — цену вопроса в составе темы. Функция $f_i(t)$ задается указанием зависимости с вводом числовых значений параметров функции. Сводный результат по совокупности частных равняется

$$R = \sum_{i=1}^N c_i r_i,$$

где r_i — частный результат, включенный в сводный результат по выделенной i -й части учебного материала; c_i — стоимость (цена) выделенного раздела учебного материала в составе дисциплины или раздела дисциплины.

Квалификационная оценка результата формируется по следующему логическому соотношению

$$O_r = \begin{cases} 1, & \text{если } R > R_k \\ 0, & \text{если } R < R_k \end{cases},$$

где R_k — квалификационный уровень результата подготовки по выделенной части учебного материала.

При формировании оценки результата обучения численные значения весовых коэффициентов, обеспечивающих учет показателей по отдельным разделам учебного плана, формируются по результатам экспертных оценок и статистического анализа показателей предшествующих циклов учебных занятий. В соответствии с видами организации тест-контроля в формате компьютерного сопровождения образовательного процесса могут быть выделены следующие:

директивный контроль;

директивный контроль с возможностью дообучения;

директивный контроль с обязательным представлением дополнительной информации и обеспечением возможности возврата к вопросу, который вызвал для обучаемого затруднение на текущем этапе контроля.

Квалификационный контроль в режиме случайного выбора вопросов, как правило, осуществляется в виде сборки билета из перечня

вопросов, которые представлены в базе контроля по выделенной теме учебного плана или перечню тем учебного плана. Управление учебным занятием осуществляется с целью достижение определенных заданных значений параметрам объектов воздействия образовательных усилий, требуемых показателей качества. Требуемые значения показателей фиксируются в соответствующих базах данных (базах знаний), обращение к которым производится в соответствии со сценариями занятий.

Автоматизированное проектирование системы управления основывается на результатах предварительных исследований предметной области учебного процесса. При этом должны быть выделены ключевые вопросы текущего раздела знаний, определены и заданы числовые значения показателей качества и алгоритмы формирования индикаторных значений показателей и квалификационной оценки качества образовательного процесса, включая:

дидактические характеристики компьютерных средств обучения;

способы организации тест-контроля;

параметры, обеспечивающие автоматизированные технологии управления, проектирования и коррекции расписания учебных занятий с учетом свойств средства обучения, персональных характеристик обучающихся и текущих результатов подготовки.

В инструментальном комплексе должна быть предусмотрена возможность организации в компьютерной программе интерфейса для передачи результата выполнения задания, предусмотренного в текущем фрагменте программного модуля с контролем качества в систему управления учебным занятием для регистрации результата выполнения задания в текущем фрагменте занятия и включения результата в алгоритм формирования квалификационной оценки качества подготовки. Результат выполнения задания в текущем учебном фрагменте выступает как частный результат выполнения задания или качества выполнения частного задания в отдельном фрагменте сценария учебного занятия.

Формулировка задания и система регистрации результата могут быть реализованы в структурах системы организации образовательного процесса для обеспечения возможности статистического анализа и формирования квалификационной оценки качества подготовки или обучения по заявленной программе и учебному плану занятий.

В качестве заданий могут выступать не только указания на элементы, в соответствии с требованиями задания, но и взаимное расположение

объектов, а также, их ориентация относительно статического и динамического фонов изображения. Автоматизация процессов формирования систем управления обеспечивается за счет включения в структуру системы проектирования перечней типовых способов организации тест-контроля, использования имитационных математических моделей и специально организованных алгоритмов формирования команд управления в сценариях учебных занятий, включая презентационные фрагменты, динамические модули, объекты, элементы организации контроля и управления, формирования квалификационных оценок результатов контроля качества обучения и подготовки.

ГЛАВА 3

СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Вопросам организации профессиональной подготовки специалистов посвящены работы Красовского А.А. Вопросы информационного и методического обеспечения нашли отражение в трудах Боднера В.А., Закирова Р.Ш., Дозорцева В.М., Шестакова Н.В.

Основу учебно-тренировочной подготовки составляют имитаторы, математические модели, записанные в стандартных, хорошо зарекомендовавших себя в решении прикладных задач проектирования систем управления, форматах и обеспечиваемые качественными алгоритмами решения задач моделирования с требуемыми показателями точности и качества решения.

Проблемы организация проведения учебно-тренировочных занятий с использованием имитаторов в виде математических моделей и оригинальной системы интерпретации координат и организации системы управления моделированием и проведения контроля и управления математической моделью в соответствии с сценарием учебно-тренировочного занятия широко представлены в работах и результатах исследований, проведенных С.Н. Трапезниковым. Сценарий учебно-тренировочного занятия реализуется в режиме сборки табличной структуры, обеспечивающей моделирование сценария занятия с учетом действий, команд и характеристик обучаемого. Обеспечение структурного проектирования сценариев обучения с использованием типовых дидактических элементов, объектов и шаблонов.

Системы организации обучения в профессиональной подготовке специалистов с применением компьютерных тренажеров – динамических модулей все в большей степени используются при организации учебного процесса в образовательных структурах. Вне зависимости от предметной области обучения или профессиональной подготовки, вида учебно-тренировочных занятий, индивидуальных характеристик обучаемых сценарий учебного занятия представляет собой последователь-

ность определенного числа учебных фрагментов, включение которых в учебно-тренировочное занятие продиктовано целью обучения и требуемого качества подготовки. Более того, сценарий производственной ситуации может быть представлен как совокупность двух устойчивых состояний моделируемой производственной системы, а переход между ними оценивается как аварийная ситуация [6, 37, 166] или катастрофа. В этом случае в информационную и математическую модели в сценарии учебного занятия должны быть включены описания обоих состояний и представлены условия, на основании которых осуществляется переход из одного устойчивого состояния в другое. Кроме того, возможны сценарии развития ситуаций, когда невмешательство в их развитие может привести к нарушению конструктивной целостности моделируемого технологического объекта или системы.

Для обеспечения реализации таких сценариев занятий необходимо включить в сценарии информационного обеспечения соответствующие графические и мультимедиа — фрагменты, обеспечивающие достаточную степень наглядности производственной обстановки и воспроизведения возможности управления элементами оборудования в соответствии с планом работ в условиях возникновения опасных по технологическому циклу ситуаций [142].

Системы организации обучения в профессиональной подготовке специалистов с применением компьютерных тренажеров (динамических модулей) все в большей степени используются при организации учебного процесса в образовательных структурах. *Динамические модули* — специальные компьютерные программы, предназначенные для обеспечения учебно-тренировочных занятий и содержащие в своей структуре вычислительные блоки:

имитатор — моделирование с математической моделью;

интерпретатор — интерпретация результатов моделирования;

контроллер — управление моделированием и формирование результата выполнения задания на учебное занятие.

Для проектирования программного обеспечения учебного процесса в режиме компьютерного тренажа в проекте ПИК предусмотрен соответствующий функциональный блок — *Редактор Динамических Модулей*, который обеспечивает инициализацию и адаптацию структуры и параметров программной среды в соответствии с текущими требованиями организации тренировочных занятий. Все материалы и

данные, необходимые для проведения выделенного учебного занятия, размещаются в отдельном файле с учебной информацией (динамическом модуле), имеющей оригинальную структуру данных, включая параметры математической модели — имитатора, характеристики способов вывода информации о результатах моделирования, параметры системы управления моделированием и формирования числовых значений результатов выполнения задания на учебно-тренировочное занятие.

Для обеспечения требуемых показателей качества моделирования предлагается *функционально-процессный метод* проектирования образовательной среды, с учетом необходимости настройки режима организации тренировочного процесса, реальное время, ускоренный или замедленный темп проведения моделирования, обеспечение заявленных показателей качества профессиональной подготовки по заданным критериям. Размещение всех параметров, обеспечивающих учебно-тренировочный процесс по выделенному разделу профессиональных знаний, умений и навыков, в одном файле, обеспечивает возможность тиражирования компьютерных учебных программ для применения в структурах профессиональной подготовки, аналогичных по производственной принадлежности с учетом специфики предметной области.

Предварительные результаты разработки системы проектирования современной образовательной среды, включая организацию сценариев учебных занятий, настройку математических моделей имитаторов и разработку новых оригинальных способов контроля качества выполнения контрольных заданий в профессиональной подготовке получены при проведении исследований по плану работы над диссертацией, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук в 1999 году.

3.1. Структуры сценариев учебных занятий.

Способы управления учебными занятиями

Функциональная структура системы проектирования сценария для демонстрационного фрагмента учебного материала включает функциональные панели с наборами указателей, с помощью которых обеспечивается формирование и сопровождение учебных материалов и его образная интерпретация на экране персонального компьютера или с помощью иных средств отображения числовых значений координат математической модели.

Во-первых, в виде интерпретации по сценарию занятия, когда графическое сопровождение организуется по так называемому «жесткому сценарию», в котором автором учебного модуля заранее создан и подготовлен полный графический ряд, а интерпретация осуществляется как смена одной картинке или текстового блока на другие, например, режим мультипликации.

Во-вторых, в динамическом модуле графическая интерпретация осуществляется в соответствии с численными значениями координат математической модели, обеспечивающей численное моделирование поведения изучаемых объектов, процессов или явлений. При этом значениям контролируемой координаты могут быть приведены в соответствие различные способы интерпретации и характеристики.

Для реализации *способа «управляемый сценарий» интерпретации*, в редакторе динамических модулей реализован соответствующий функциональный блок — интерпретатор состояния математической модели, где формируются указатели и параметры способов вывода информации о числовых значениях параметров математической модели. Система интерпретации строится на основе базовых дидактических элементов, при этом должны указываться уникальные наборы параметров.

Технология проектирования сценария заключается в переводе умозрительных сцен, событий или явлений, происходящих в окружающем мире, в последовательность эффектов, реализованных в программно-инструментальной системе. Весь спектр сценариев презентационных блоков учебного материала может быть разбит на две основных категории, отражающих реальные явления, которые происходят в действительности и обеспечивают зрительный ряд в режиме визуального подобия.

Широко распространенным приемом обеспечения функциональной наглядности является использование принципиальных схем. Элементами принципиальных схем могут служить условные изображения отдельных элементов, составных частей объекта, соединенных линиями связи, означающими виды взаимодействия между элементами объекта.

Для обеспечения *«невизуальной наглядности»* объекта традиционно используют изображение объекта, на котором изображается распределение интенсивности тех или иных факторов [153]. Например, интенсивность синего цвета используется для отображения глубины водоемов. Или изменение цвета металлического предмета с изменением его температуры. Таким образом, оказывается возможным организовать

целенаправленное управление графическим изображением в процессе выполнения задания на учебное занятие, включая различные эффекты изменения интенсивности цвета, взаимного расположения графических элементов, масштабирования и т.п. Сценарий интерпретации параметров моделирования может быть представлен перечнем указателей на соответствующий способ (элемент вывода численного значения координаты модели) и перечнем значений параметров вывода.

В программном обеспечении спецификация учебного модуля представляет собой последовательность кодов с многоуровневой позиционной адресацией. Подход, основанный на поэлементной спецификации, обеспечивает возможность сборки интерфейса динамического модуля, как заполнение табличных структур соответствующими указателями.

Программное обеспечение системы графической интерпретации параметров модели и моделирования, реализуемое в динамическом модуле учебного занятия, представляет собой функциональный модуль — редактор, обеспечивающий «привязку» численных значений координат математической модели к состоянию графического изображения или сцены, представляемой на экране компьютера.

Организация учебного занятия осуществляется в соответствии с рабочим планом занятия. В рабочем плане, как правило, определены состав и объем учебного материала, способы передачи учебной информации, включая технические средства, периоды контроля и требуемые уровни усвоения материала.

Качество образовательного процесса при очной, традиционной, форме обучения обеспечивается квалификацией педагога, его адаптивными способностями вносить оперативные коррективы в учебный процесс в случае отклонений текущих результатов обучения от требуемых значений, заданных в соответствии с образовательным стандартом и утвержденными объемами учебной нагрузки.

Классическая форма обучения, особенно на первых этапах образовательного процесса, является практической основной во всех учебных структурах. Следует отметить, что ей присущи и определенные недостатки. В частности, оценка результатов, как текущих, так и квалификационных, носит «субъективный оттенок», «высота планки квалификационной оценки» также подвержена влиянию личностных и межличностных отношений в системе

«Человек обучаемый» & «Образовательная среда».

Именно поэтому оценка квалификации в образовательных структурах и, в первую очередь, в системах профессиональной подготовки, осуществляется комиссионно с участием достаточного числа независимых экспертов-специалистов в заявленной предметной области.

При использовании в организации образовательного процесса компьютерных технологий управление учебным занятием осуществляется, как правило, в автоматизированном режиме. При этом в учебном материале выделяются логические блоки (модули), которые завершаются этапом принятия решения на продолжение учебного занятия или его фрагмента.

В научной литературе последнего периода введен специальный термин – дидактическое проектирование учебного занятия. Под этим термином, в частности, подразумевается разработка сценария учебного занятия и обеспечение автоматизированной навигации, переходов к следующим за текущим блоком модулям и фрагментам [125, 126, 130, 156–160, 161, 164]. Система управления, таким образом, обеспечивается в определенной степени интеллектуальными свойствами, характеристиками, включая организацию реакции системы управления на действия обучаемого.

Дидактический подход к построению интеллектуальных систем обучения, на который обращается сегодня большое внимание в педагогической среде, возвращает преподавателя в ранг главной фигуры учебного процесса. Это достигается путем опережающего проектирования преподавателем-методистом дидактического алгоритма и является той особенностью, которая отличает форму самореализации преподавателя, как главной фигуры учебного процесса, от традиционной формы обучения в аудитории. В традиционных условиях мастерство преподавателя реализуется около доски, с мелом или указкой в руках, а в интеллектуальных системах обучения — через искусно отработанный дидактический алгоритм. При этом преподавателю предоставляется возможность использовать весь багаж методических подходов и знаний соответствующей предметной области, которая должна быть представлена обучаемому для изучения.

Преподаватель может ориентировать учебный материал, как на самого сильного ученика, так и на самого слабого, реализуя, таким образом, личностно-ориентированный подход к построению учебного процесса.

В плане разрешения дидактической проблематики интеллектуальных систем обучения весомый вклад сделали Ф. Скиннер, Н. Краудер и Г. Паск. Концептуальные подходы этих специалистов основываются на парадигмах линейного, разветвленного и адаптивного дидактических алгоритмов.

Линейное программирование дидактического алгоритма — метод Скиннера — основывается на трехступенчатой схеме обучения: упрощенная постановка задачи; поощрение или подкрепление ответа; перегруппировка простых заданий в более сложные. Упрощенные варианты заданий представляют собой последовательность небольших смысловых единиц, которые логической последовательностью охватывают весь учебный материал.

Разветвленное программирование дидактического алгоритма — метод Краудера — базируется на выборе правильных ответов из предложенных вариантов. Если обучаемый выбрал правильный вариант ответа, то получает поддержку с пояснением или комментарием правильности действий и, в тоже время, ему дается следующая порция учебной информации. Если обучаемый выбрал неправильный ответ, то ему сообщается о его ошибочных действиях, и дается пояснение вероятных причин их возникновения. На следующем шаге обучаемый получает дополнительную учебную информацию и повторную постановку задачи.

Адаптивное программирование дидактичного алгоритма — метод Паска — основан на предположении, что некоторое количество ошибок допустимо для формирования корректных навыков и умений. При организации учебного занятия задается ограничение количества допустимых ошибок, число которых не может существенно влиять на заданный уровень общей подготовки. Как только количество ошибок превышает заданный предел, автоматически снижается уровень сложности учебных процедур. На всех этапах проработки учебных процедур осуществляется представление дополнительной учебной информации, достаточной для исправления ошибок и недопущения их при отработке в следующих процедурах. И так, до тех пор, пока количество ошибок не сравняется с допустимым ограничением. После этого сложность учебных процедур автоматически наращивается в соответствии с требованием многослойности сценария учебного занятия.

При всех положительных свойствах, недостатком предложенного

адаптивного программирования дидактичного алгоритма, является то, что проектант-методист ставится в сложное положение — необходимость определения допустимого количества ошибок, после которого снижение уровня сложности учебных процедур теряет всякий смысл. Дальнейшее обучение с использованием интеллектуальной системы обучения не может гарантировать успешное формирование знаний и практических навыков. При этом, если не задавать границу количества допускаемых ошибок, то адаптивный дидактический алгоритм может уходить в бесконечность.

В соответствии с тем, что в традиционной педагогической практике профессиональной подготовки подходы к определению допустимого минимума ошибок достаточно известны, некоторыми авторами предлагается интегральный подход к проектированию дидактического алгоритма. Посылкой на интегральный подход оказывается постановка на недопустимость каких-либо ошибочных действий в практическом выполнении задач в некоторых сферах профессиональной деятельности. Это актуально для профессий, в которых ошибочные действия работника-специалиста могут привести к трагическим или катастрофическим последствиям.

Вместе с этим метод адаптивного программирования является производной линейного и разветвленного, идея их совершенствования состоит в создании механизма автоматизированного определения причинно-следственного возникновения ошибочных действий обучаемого. Такой подход дает существенное преимущество при проектировании интеллектуальных систем обучения, нацеливая их, в первую очередь, на личностно-ориентированные алгоритмы в профессиональной подготовке.

Обучаемый, не допускающий ошибок при отработке учебных процедур, двигается по линейному дидактическому алгоритму.

Кто допускает ошибки, достигает необходимого уровня профессиональных навыков, формируя свой собственный путь профессиональной подготовки по разветвленному алгоритму, адаптируя его в личностном отношении на основе заложенных в дидактический алгоритм причинно-следственных связей между правильными знаниями и множеством типовых ошибочных действий, которые возникают при отсутствии этих знаний.

Интеллектуальная система обучения, спроектированная таким образом, обеспечивает гарантированный уровень профессиональной подготовленности специалистов.

3.2. Математическое моделирование в системах управления учебными занятиями

Для организации учебно-тренировочного занятия с применением компьютерных тренажеров должны формироваться координаты соответствующей математической структуры, числовые значения которой характеризуют то или иное явление, событие или процесс, в виде последовательностей значений параметров. Для формирования значений координат в компьютерных программах, компьютерных тренажерах, используются имитационные математические модели. Для разработки и реализации математических моделей используются выражения зависимостей координат, представленные в различных математических базах, записываемых в виде конечных математических выражений.

На этапе разработки математических моделей для имитаторов тренажерных комплексов, автору необходимо составить математическое описание процессов, событий и явлений, протекающих в моделируемом объекте. Следует составить перечень координат математической модели, определить и задать базисные модели в соответствии с описанием процессов и возможностями инструментальной среды, в которой осуществляется моделирование технологических систем и производственных процессов и формируется система интерпретации поведения математической модели в соответствии со сценарием учебно-тренировочного занятия. Математические модели для обеспечения имитационного моделирования могут быть получены различными способами (табл. 3.1).

Т а б л и ц а 3.1

Перечень этапов синтеза математических моделей

№ этапа	Содержание	Результат
Предварительный анализ объекта	Изучение поведения, эксперимент, опыт	Вариант модели, тип и структура модели
Структурный синтез	Определение класса модели	Структура выражений математической модели
Параметрический синтез	Определение и уточнение параметров и коэффициентов в структуре модели	Окончательный вариант математической модели, запись выражений

Математическая модель характеризуется перечнем координат, значения которых формируются при моделировании. Математическая модель имитатора может быть собрана из структурных элементов. При этом модели, которые включаются в объединенную модель, разрабаты-

ваются автономно в виде отдельных, частных моделей.

Модель технологического объекта включает координаты $X_{\text{мо}} = \{x_i, i=1-N\}$, а модель системы управления соответственно $U_{\text{му}} = \{u_j, j=1-K\}$. Результирующая, объединенная модель включает координаты, как из модели объекта, так и системы управления

$$X_{\text{мм}} = X_{\text{мо}} \cap U_{\text{му}} = \{x_1, x_2, \dots, x_N, u_1, u_2, u_K\}.$$

Важным аспектом при разработке тренажерных комплексов является выбор формата математических моделей, используемого для имитационного моделирования. Для реализации программного обеспечения в организации тренажерной подготовки полагаются математические модели, обеспечивающие формирование вектора текущих значений координат, как функций времени. В практическом большинстве тренажерных задач, особенно при моделировании технологических систем, применяются математические модели с дифференциальными уравнениями. При этом дифференциальные уравнения могут быть как линейными, так и нелинейными. Более того, для описания некоторых процессов используются дифференциальные уравнения в частных производных. Для автоматизации процессов проектирования и применения математических моделей в структуре программно-инструментального комплекса необходимо принять и использовать единый формат математических моделей.

При выборе формата необходимо принимать во внимание следующие основные требования.

Математические модели должны быть пригодны для описания широкого класса реальных процессов и систем.

Типы используемых уравнений и алгоритмы моделирования должны обеспечивать точность численного воспроизведения координат, достаточную для выполнения учебно-тренировочного задания.

Необходимо обеспечить работу алгоритмов моделирования, численного решения уравнений, в «реальном времени», эта проблема возникает при использовании моделей с большим числом дифференциальных переменных, при обработке результатов наблюдений, при которых данные поступают с большой скоростью.

Возможность обеспечения автоматизированных режимов организации процессов таких как:

проектирование математических моделей;

запись параметров математических моделей в универсальные структуры;

организация моделирования с использованием стандартных процедур численного решения алгебраических и дифференциальных уравнений;

сборка учебно-тренировочных заданий из типовых математических модулей.

Для организации математического моделирования в классе тренажерных задач используются математические выражения различного вида: динамические выражения — системы дифференциальных уравнений; статические соотношения — алгебраические уравнения; логические функции; табличные зависимости.

В общем случае сложные объекты и процессы реального мира принято описывать дифференциальными уравнениями, правые части которых записываются в виде аддитивной зависимости координат.

Организация моделирования с использованием систем уравнений в частных производных в большинстве случаев невозможна, так как для многих классов таких уравнений приходится сталкиваться с значительными трудностями в вопросах теоретического анализа решений, отсутствуют или трудно реализуются приемлемые по точности и скорости методы численного решения.

Часто, реальный динамический процесс можно описать в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений или же свести к такой системе нелинейные уравнения в частных производных с помощью процедур линеаризации и редукции.

Обыкновенное дифференциальное уравнение имеет вид.

$$F(t, x, x', x'', \dots, x^{(m)}) = 0, \quad (3.1)$$

где t — независимая переменная.

Известно, что уравнение вида (3.1) или система таких уравнений может быть сведена путем замены переменных к системе обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка и представлена в виде системы уравнений

$$\frac{dX}{dt} = F(X, t, C), \quad (3.2)$$

где $F = \{F_1, \dots, F_n\}$ — вектор-функция; $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ — вектор координат

нат; t — независимая переменная; C — вектор параметров.

Теория систем обыкновенных дифференциальных уравнений достаточно хорошо разработана, существует большое количество алгоритмов численного решения, анализа и синтеза систем такого вида.

Для моделирования технологических систем программный комплекс должен обеспечить поддержку моделей, которые бы включали все виды выражений, как динамические, так и статические. В этом случае требуется разделять математическую модель на подструктуры, выделяя из всей совокупности выражений динамические, статические и логические соотношения и записывая их относительно полного вектора переменных модели:

$$X = \{X_D, X_S, X_C, X_T\}, \quad (3.3)$$

где $\frac{dX_D}{dt} = F(X, C_D)$, $F = \{F_i\}$, $i = 1 \dots N_D$; $X_S = S(X, C_S)$, $S = \{S_j\}$, $j = 1 \dots N_S$;

$X_L = L(X, C_L)$, $L = \{L_p\}$, $p = 1 \dots N_L$; $X_T = T(X)$, $T = \{T_q\}$, $q = 1 \dots N_T$;

X_D, X_S, X_L, X_T — подмножества динамических, статических, логических, табличнозаданных переменных; C_D, C_S, C_L — параметры выражений динамической, статической и логической составляющих математической модели, соответственно; N_D, N_S, N_L, N_T — размерности динамической, статической, логической и табличной составляющих математической модели.

Разделение полного вектора переменных на подмножества существенно упрощает задачу решения выражений математической модели. При этом на каждом шаге вычислений может быть обеспечено решение для переменных каждого из подмножеств в соответствии с методами, принятыми для отыскания численных значений параметров в правых частях выражений системы (3.2). Нелинейная динамическая часть системы может быть преобразована к линейному виду (представлению) с помощью алгоритма редукции. Рассмотрим технологию редукции на примере нелинейного уравнения первого порядка:

$$\frac{dx_1}{dt} = f_1(x_1, C). \quad (3.4)$$

Введем дополнительную переменную

$$x_2 = f_1(x_1, C), \quad (3.5)$$

тогда уравнение (3.4) может быть записано в виде:

$$\frac{dx_1}{dt} = 0 \cdot x_1 + 1 \cdot x_2.$$

В результате получим линейную унифицированную форму:

$$\frac{dx_1}{dt} = a_1 x_1 + a_2 x_2, \quad (3.6)$$

где $a_1 = 0$; $a_2 = 1$.

Математическая модель будет иметь как динамическую, так и статическую составляющие. В статической составляющей будет вычисляться значения выражения (3.5) на каждом шаге численного интегрирования уравнения (3.6). Окончательно математическая модель нелинейной системы будет иметь вид:

$$\frac{dx_1}{dt} = a_1 x_1 + a_2 x_2; \quad x_2 = f_1(x_1, C).$$

Совместное решение этих уравнений является решением исходного нелинейного дифференциального уравнения (3.6). При моделировании систем (3.4) число дополнительных переменных будет соответствовать числу нелинейных уравнений в системе.

В случаях, когда все дифференциальные уравнения исходной системы оказываются нелинейными, число дополнительных переменных будет равняться размерности исходной системы n .

Запишем систему нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений для общего случая моделирования:

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= f_1(X, C); \\ &\dots \\ \frac{dx_n}{dt} &= f_n(X, C), \end{aligned} \quad (3.7)$$

где $\{f_i\}$ — нелинейные функции координат $X = \{x_1 \dots x_n\}$ и параметров C .

Если все уравнения исходной дифференциальной системы оказываются нелинейными, то система приводится к следующему виду:

$$\begin{aligned}
\frac{dx_1}{dt} &= a_{11}x_1 + \dots + a_{1n}x_n + a_{1(n+1)}x_{n+1} + \dots + a_{1(2n)}x_{2n}; \\
&\dots \\
\frac{dx_n}{dt} &= a_{n1}x_1 + \dots + a_{nm}x_n + a_{n(n+1)}x_{n+1} + \dots + a_{n(2n)}x_{2n}; \\
x_{n+1} &= f_1(X, C); \\
&\dots \\
x_{2n} &= f_n(X, C).
\end{aligned} \tag{3.8}$$

Следует заметить, что исходная система нелинейных уравнений (3.7) и полученная с помощью редукции вида система уравнений (3.8) являются идентичными и численное интегрирование (решение системы уравнений) дает совпадающие результаты при одних и тех же настройках параметров C и при одинаковых начальных условиях решения.

Матрица коэффициентов $\{a_{ij}\}$ будет иметь размерность $(n \times 2n)$, а численные значения коэффициентов представлены в табл. 3.2.

Т а б л и ц а 3.2

Матрица коэффициентов модели

		N				$2n$	
N	0	...	0	1	0	...	0
	..	...	...	0	...	...	...
	..	...	...	...	...	...	0
	0	...	0	0	...	0	1

Для математической модели тренажерного комплекса можно выделить координаты, описывающие собственное движение системы, и переменные, представляющие внешние возмущения и координаты управления.

Целесообразно при разработке унифицированного формата математической модели выделить команды управления в отдельный блок, так как изменение значений этих переменных при работе алгоритма моделирования происходит из внешней по отношению к математической модели среды (табл. 3.3).

Т а б л и ц а 3.3

Структура координат математической модели

Динамические переменные, описывающие собственное движение системы	Команды Управления
Статические переменные	
Логические переменные	

С учетом рассмотренных выше соображений, можно предложить формат математической модели, который отвечает заданным требованиям автоматизации процессов разработки организации моделирования и позволяет адекватно описать многие реальные процессы и системы.

$$\left. \begin{aligned} \frac{dX_D}{dt} &= AX + BU; \\ X_S &= S(X, U, C_S); \quad S = \{S_p\}, \quad p = 1..N_S; \\ X_L &= L(X, U, C_L); \quad L = \{L_q\}, \quad q = 1..N; \\ X_T &= T(X, U); \quad X_T = \{T_k\}, \quad q = 1..N_T, \end{aligned} \right\} \quad (3.9)$$

где $X = \{X_D, X_S, X_C, X_T\}$ — полный вектор переменных системы $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$; $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ — вектор переменных управления; $A = \{a_{ij}\}$, $a_{ij} \in R$, $i = 1..n$, $j = 1..n$; $B = \{b_{ij}\}$, $B_{ij} \in R$, $i = 1..m$, $j = 1..m$; C_S, C_L — параметры выражений статической и логической составляющих математической модели, соответственно; N_D, N_S, N_L, N_T — размерности динамической, статической и логической составляющих математической модели.

Для организации процесса моделирования система (3.9) должна быть дополнена механизмом задания параметров модели, начальных и граничных условий, показателей точности расчета, значений такта численного решения и продолжительности периода моделирования. Динамическая часть модели представлена в форме Коши, где правые части дифференциальных уравнений представлены линейной структурой, принятой в регрессионном анализе в качестве базового формата динамических уравнений. Статическая и логическая составляющие модели представлены в виде выражений с непосредственно вычисляемой правой частью.

Формат представления математических моделей (3.9) является достаточно универсальным. Он предоставляет разработчику возможность использовать математические выражения различного вида — системы дифференциально-алгебраических уравнений, где правые части динамических выражений представлены в форме Коши, логические выражения, таблично — заданные функции.

С одной стороны мощность предоставленного математического аппарата достаточна для решения большей части задач, возникающих при проектировании учебно-тренировочных заданий для тренажерных

комплексов. Сложное движение физических объектов, в том числе космических и летательных аппаратов, электромагнитные взаимодействия, химические процессы, технологические процессы в промышленности, энергетические, социологические, биологические и многие другие системы могут быть описаны в классе обыкновенных дифференциальных уравнений.

С другой стороны, предложенный формат является достаточно простым для его практического использования проектировщиками учебно-тренажерных заданий, которые разрабатывают математическую модель системы или проводят ее сборку из библиотечных модулей. Разделение полного вектора переменных на составляющие по типам математического описания и используемых математических выражений на подмножества, выделение переменных управления, повышает наглядность представления модели, в некоторых случаях упрощает вычисления.

Процедура объединения моделей при проектировании сценария учебно-тренировочного занятия

В инструментальном комплексе предусмотрена функциональная структура, обеспечивающая автоматизированное проектирование математического описания сценария динамического модуля при организации учебно-тренировочного занятия с использованием частных моделей отдельных описаний объектов в динамическом модуле, включая моделирование изучаемых процессов, отображение значений координат модели в процессе моделирования, управление моделированием, формирование результатов подготовки.

Каждый из указанных частных процессов может быть описан математическими выражениями различного класса и представлен в виде библиотечного элемента в базе динамических процедур, а формирование комплексной математической модели производится на этапе проектирования и реализации сценария учебного занятия. Задача объединения модулей возникает, когда необходимо провести «сборку» учебно-тренировочного занятия из отдельных динамических модулей. Производится объединение двух модулей в один в соответствии с технологической схемой системы, которая должна моделироваться при работе. Или в соответствии с требованиями организации учебно-тренировочного процесса в системах профессиональной подготовки специалистов, когда возникает необходимость применения стандартизованных процедур

описаний функционирования отдельных объектов технологической системы или установки.

В редакторе динамических модулей сборка модулей производится попарно, в соответствии со схемой соединения технологических модулей в производственной структуре. При этом указываются переменные основного модуля (рис. 3.1), которые являются входными для дополнительного по технологическому процессу.

Основным модулем является текущий загруженный модуль. Далее выбирается дополнительный модуль и указывается имя результирующего модуля, куда должен быть записан результат объединения. Указание файлов дополнительного и результирующего модулей осуществляется нажатием левой кнопкой мыши на прямоугольнике под соответствующим названием модуля.

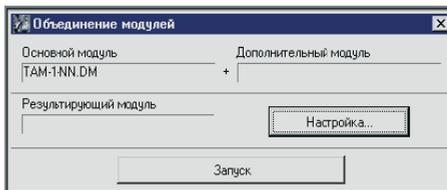


Рис. 3.1. Окно для объединения модулей

Настройка процедуры объединения

Указание переменных, которые должны обеспечить «стыковку» технологических элементов в объединенном (результатирующем) модуле осуществляется на панели «Настройка объединения модулей» (рис. 3.2).

Дополнительной и важной операцией при формировании математической модели объединенного модуля является ввод или настройка численных значений коэффициентов матриц A и B — параметрический синтез системы дифференциальных уравнений, которые обеспечивают динамическую связь между переменными математической модели.

В таблице «Настройка объединения модулей» следует указать, какие

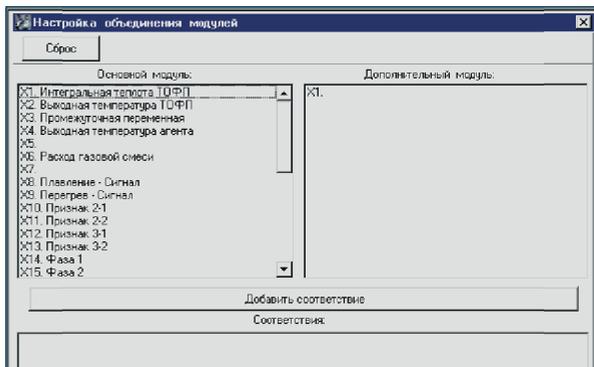


Рис. 3.2. Окно настройки объединения модулей

переменные основного модуля являются входными переменными дополнительного в соответствии с технологической схемой моделируемой системы. В левой части окна выводятся переменные основного модуля, а в правой части переменные дополнительного.

Немаловажное значение имеет тот факт, что модели (3.9) исторически применялись при решении задач математического обеспечения учебно-тренажерных комплексов, с использованием аналоговых и цифровых вычислительных устройств различных типов. Представленный вид моделей используется при исследовании и оценке характеристик устойчивости и управляемости динамических объектов (технологических элементов, систем), при синтезе систем автоматического управления. Все это позволяет проектировщику тренажерного комплекса использовать разработанные и хорошо известные теоретические положения, адаптировать и использовать существующие решения в своих разработках при минимальных затратах.

Для модели в универсальном формате (3.9) разработано большое количество методов численного решения, различных по своим характеристикам, учитывающих различные свойства моделей и обстоятельства, возникающие в процессе решения, позволяющих находить решения для систем большой размерности. Выбор наиболее оптимального метода численного решения зависит от самой системы уравнений модели, соображений проектировщика или пользователя о необходимой точности решения, скорости расчета.

Для выбранного вида математических моделей разработаны и применяются достаточно эффективные и не требующие большого количества расчетов методы оценки системы уравнений. С их помощью можно определить тип системы и выбрать наиболее подходящий порядок метода или даже алгоритм численного решения, причем оценка и выбор алгоритма может производиться непосредственно в процессе моделирования.

3.3. Организация квалификационного контроля качества профессиональной подготовки специалистов

В основу текущей оценки — оценки ответа на представленный обучаемому вопрос полагается результат сравнения ответа с некоторым заданным эталоном. В качестве эталонов могут приниматься варианты ответов, предусмотренные автором, наборы символов и чисел, активные

области экрана или их совокупность. Результат сравнения зависит от ответа и формируется по алгоритму, реализованному автором.

Основными параметрами контроля в системе оценки являются цена вопроса – максимальное количество баллов, вес варианта ответа – степень правильности варианта ответа, время ответа – период времени от предъявления вопроса до ввода ответа, время принятия решения. Цена вопроса обычно задается количеством баллов.

Начальное значение цены вопроса принимается равное 1. Для выделения особо значимых вопросов в составе раздела/темы/дисциплины цена вопроса может быть увеличена до 99. Оценка результатов обучения подготовки осуществляется на основе частных (текущих) результатов. На рис. 3.3 представлена структура алгоритма текущей оценки результата.

Вес варианта ответа задается в процентах (100 — абсолютно правильный ответ, 0 — категорично неверный ответ). Сетка весов ответов может включать два крайних случая — 0 и 100, или несколько, например — 0, 25, 50, 75 и 100, а также задаваться с дискретностью, равной 1 — 0, 1, 2, ..., 99, 100.

Последний (третий) случай является более универсальным по сравнению с первыми двумя, так как они могут быть реализованы на универсальной сетке. Так, первый вариант сетки может быть получен из третьего, если записать алгоритм определения веса в виде таблицы (табл. 3.4).

Второй вариант сетки представлен в табл. 3.5. Учет времени обдумывания ответа заключается в изменении или снижении результата с увеличением периода подготовки и ввода ответа / принятия решения.

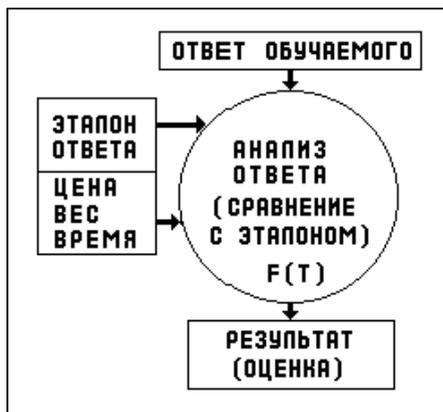


Рис. 3.3. Структура текущей оценки результата

Таблица 3.4
Первый вариант сетки весов ответов

Интервал	Вес
0 □ 50	0
51 □ 100	100

Т а б л и ц а 3.5

Второй вариант сетки весов ответов

Интервал	Вес
0 ÷ 12,5	0
12 ÷ 37,5	25
37 ÷ 62,5	50
62 ÷ 87,5	75
87 ÷ 100	100

Снижение результата может быть реализовано по заданному закону $F(T)$, где F — функция, принимающая значение в пределах от 1 до 0, T — период времени, начиная с момента предъявления вопроса на экране до ввода ответа, команды на анализ ответа, определение и

регистрацию текущего результата или принятия решения.

Как правило, функция F — дискретная или непрерывно убывающая. На рис. 3.4 приведена таблица способов учета времени подготовки и ввода ответа, реализованных в программно-инструментальной системе.

Для учета времени обдумывания ответа на текущий вопрос необходимо указать вид функции и ввести численные значения параметров функции. С учетом указанных выше параметров структура выражения для формирования текущего результат имеет вид:

$$r_i = C_i W_i F_i(T) P_i, \quad (3.10)$$

где C_i — цена вопроса; W_i — вес варианта ответа, выбранного или введенного обучаемым; $F_i(T)$ — функция изменения текущей оценки от продолжительности ответа; P_i — признак включения текущего результата в интегральную оценку за учебное занятие в целом.

Признак P_i может принимать два значения — 1 или 0. В первом случае частный результат включается в интегральную оценку, а во

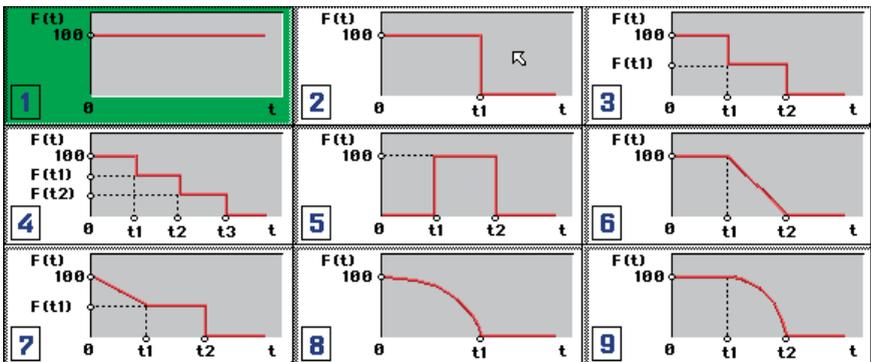


Рис. 3.4. Функции изменения результата

втором результат не учитывается при формировании оценки результата обучения. Для формирования интегральной оценки применяются различные способы и алгоритмы:

- абсолютный нарастающий итог;
- абсолютная сумма штрафных баллов (очков);
- относительно максимального результата;
- относительно максимального текущего результата.

Абсолютный нарастающий итог формируется как сумма баллов для конечного числа контрольных вопросов или заданного N :

$$S = \sum_i^N C_i W_i P_i; \quad (3.11)$$

абсолютная сумма штрафных баллов

$$S = \sum_i^N C_i (1 - W_i) P_i; \quad (3.12)$$

оценка относительно максимального результата

$$S = \frac{\sum_i^N C_i W_i F_i(T) P_i}{R_{\max}}; \quad (3.13)$$

оценка относительно максимального текущего результата проводится по формуле:

$$S = \frac{\sum_i^N C_i W_i F_i(T) P_i}{\sum_i^N C_i}. \quad (3.14)$$

Выбор способа формирования оценки определяется задачей контроля и задается автором учебного материала, контрольно-измерительных показателей качества обучения. Для обеспечения корректного формирования оценки в программно-инструментальной системе предусмотрена нормировка результата перед его интерпретацией. Наиболее целесообразной нормировкой является приведение результатов к шкале 0–100. Это позволяет более детально оценить результат и построить достаточно гибкую систему оценок качества знаний. Кроме того, при такой норме оценки облегчается переход к относительным оценкам, например — от 0,0 до 1,0 или 1–100%. Нормировка осуществляется по формуле приведения

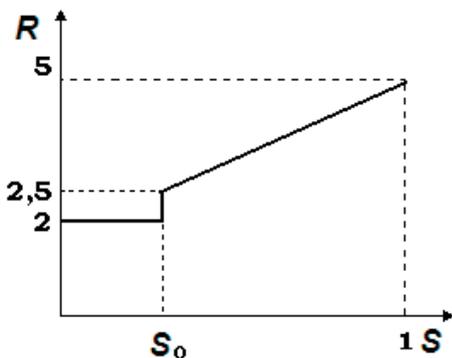


Рис. 3.5. График $R(S)$ при традиционной оценочной шкале

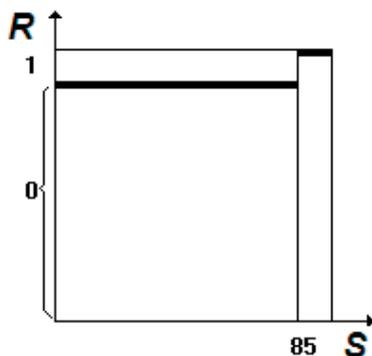


Рис. 3.6. Зависимость квалификационной оценки

$$\dot{S} = S \frac{100}{S_{\max}},$$

где S_{\max} — максимально возможный результат, численное значение которого зависит от способа формирования интегрального результата — выражения (3.11)–(3.14).

Под интерпретацией результата здесь понимается определение оценки в формате, принятом как стандартный. В частности, в школьной педагогической практике применяется 5-балльная шкала — от 2 до 5 — традиционная оценочная шкала: 2 — неудовлетворительно; 3 — удовлетворительно; 4 — хорошо; 5 — отлично. График зависимости оценки от результата представлен на рис.3.5.

Выражение, по которому осуществляется автоматизированное формирование оценки, может быть записано в виде:

$$R = \begin{cases} 2, & \text{при } S \geq S_0; \\ 2,5 \left(1 + \frac{S - S_0}{S_0} \right), & \text{при } S < S_0, \end{cases}$$

где S_0 — минимальный уровень результата (минимальное значение оценки).

Существуют и в настоящее время используются другие методы интерпретации, например, — 10- или 12-балльная оценка. Это позволяет более детально и качественно оценить результат контроля. Такая система принята в рейтинговой оценке. В системах специальной подготовки персонала нашла применение 100-балльная система, когда

минимальный результат составляет 0 баллов, а максимальный — 100. При этом оценка формируется как 0 или 1 (незачет–зачет, не допущен–допущен) (рис. 3.6).

В данном варианте интерпретации результата оказывается возможным задать (указать) квалификационный уровень оценки $S=85$. Указанный уровень определяется из условий допуска к выполнению определенных операций управления и эксплуатации технологических систем.

Предполагается, что оператор, достигший указанного уровня знаний и умений, может быть допущен к выполнению операций управления технологическим объектом в соответствии со штатным расписанием. Соответствующее выражение для вычисления оценки имеет вид:

$$R = \begin{cases} 0, & \text{при } S \geq S_0; \\ 1, & \text{при } S < S_0, \end{cases}$$

Известны варианты интерпретации, основанные на обратной шкале, когда наилучший результат оценивается в 1 балл, а наихудший — в 100 баллов. Такая система подобна интерпретатору с оценкой количества штрафных баллов (очков). Система интерпретации результата может быть представлена в виде таблицы, имеющей три графы и количество строк, соответствующее количеству оценок в шкале (табл. 3.6). В табл. 3.6 представлены минимальное и максимальное значение результата после нормировки и соответствующая оценка. В программно-инструментальной системе реализован конструктор таблицы и возможность редактирования, как числа строк таблицы, так и численных значений пределов оценки — «Мин.», «Макс.», «Оценка». При этом в таблице могут быть представлены две строки с оценками «0» и «1». В табл. 3.6 оценка формируется в виде числа. В педагогической практике кроме числовой оценки применяется качественная оценка: «Зачет–Незачет», «Сдал–Не сдал», «Допущен–Не допущен» и т.д.

Кроме того, в компьютерных программах применяются экранные формы интерпретации оценки в виде графического об-

Т а б л и ц а 3.6

Интерпретация результата

Мин.	Макс.	Оценка
0	12,5	1,0
12,6	37,5	2,0
37,6	62,5	3,0
62,6	87,5	4,0
87,6	100	5,0

раза. Для обеспечения такого режима таблица интерпретатора должна быть дополнена графой качественной интерпретации оценки и ссылкой на графический объект в заданном формате, как показано в табл. 3.7.

Т а б л и ц а 3.7

Интерпретация результатов контроля

Мин.	Макс.	Оценка	Интерпретация Оценки	Графический объект (имя)
0	12,5	1,0	Плохо	1.bmp
12,6	37,5	2,0	Неудовлетворительно	2.bmp
37,6	62,5	3,0	Удовлетворительно	3.bmp
62,6	87,5	4,0	Хорошо	4.bmp
87,6	100	5,0	Отлично	5.bmp

Элементы четвертой и пятой граф являются редактируемыми. В графе «Графический объект (имя)» указывается имя файла с изображением (с заданным расширением и координатами вывода графического объекта на экран). В комплексе УРОК интерпретация результата и оценки может быть выполнена как в виде оригинального графического объекта, так и средствами мультимедиа или в виде звукового фрагмента.

Алгоритмы организации тест-контроля с использованием двух-уровневой схемы формирования квалификационной оценки могут быть использованы при организации контроля профессиональной подготовки специалистов. Оценка результатов содержит продолжительность процесса формирования и ввода ответа на указанный вопрос и продолжительность процесса тестирования в выделенном сеансе контроля, а также параметр, который обеспечивает учет значения выделенного учебного вопроса в составе дисциплины или учебного плана. Это позволяет обеспечить корректную оценку результатов тестирования в соответствии с выбранной или заданной моделью качества профессиональной подготовки работников предприятий.

Система квалификационной оценки представляется для использования при управлении качеством подготовки, выраженном в показателях компетенций, которые отражены в соответствующих государственных требованиях к квалификации работников и специалистов предприятий реального сектора экономики. Формирование таблицы интерпретации результатов оценки один из ответственных этапов настройки систем управления образовательным процессом и аттестации образовательной деятельности, когда результаты оценки остаточных знаний обучения

полагаются в основу формирования квалификационной оценки качества подготовки в выделенной учебной структуре.

3.4. Система интерпретации результатов моделирования

Функциональная структура системы проектирования сценария для создания демонстрационного фрагмента учебного материала включает функциональные панели с наборами указателей, с помощью которых обеспечивается формирование и сопровождение учебного материала, и его образная интерпретация на экране персонального компьютера.

Во-первых, в виде интерпретации по сценарию занятия, когда графическое сопровождение организуется по так называемому «жесткому сценарию», (например - режим мультипликации).

Во-вторых, в динамическом модуле графическая интерпретация осуществляется в соответствии с численными значениями координат математической модели, обеспечивающей численное моделирование поведения изучаемых объектов, процессов или явлений. Для реализации способа «управляемый сценарий» интерпретации, предусмотрен функциональный блок – графический интерпретатор состояния математической модели, где формируются указатели и параметры способов вывода информации о числовых значениях параметров математической модели.

Таким образом, оказывается возможным организовать целенаправленное управление графическим изображением в процессе занятия, включая различные эффекты изменения интенсивности цвета, взаимного расположения графических элементов, масштабирования и достаточно широкий спектр способов отображения информации о явлениях или процессах, включая звуковое сопровождение.

Сценарий учебного фрагмента представляет собой последовательность команд, эффектов, интерпретации значений параметров и координат моделей. Сборка сценариев реализована в виде автоматизированных процедур. Сценарий фрагмента учебного занятия состоит из набора (последовательности) учебных эпизодов кортежей учебных событий (рис. 3.7).

Для разработки учебных эпизодов используются объекты и дидактические элементы, указатели которых с заданными свойствами вывода учебной ин-

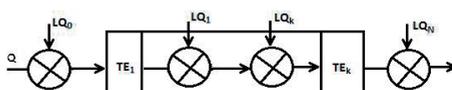


Рис. 3.7. Структура педагогического сценария учебного фрагмента

TO_1	LN_1
TO_2	LN_2
...	...
TO_j	LN_j
...	...
TO_L	LN_L

Рис. 3.8. Таблица сценария учебного эпизода

формации записываются в строки таблицы сценария (рис. 3.8).

Учебный эпизод может быть представлен как кортеж эффектов, предусмотренных в перечне стандартных инструментальных функций. Для каждого типа эффектов в программном комплексе должен быть предусмотрен функциональный модуль (исполнительная программа), обеспечивающий представление информационного блока в соответствии с заданными параметрами и спецификациями.

Подход к проектированию учебных модулей, основанный на поэлементной спецификации

данных, обеспечивает возможность сборки динамических модулей и сценариев учебных занятий, как заполнение табличных структур соответствующими указателями и числовыми значениями характеристик и параметров интерпретации в соответствии с выбранной моделью.

Основу сценария учебного эпизода составляют строки с указателями вида учебной информации и способа вывода информации в ходе учебного занятия. При этом эпизоды могут быть записаны в одном фрагменте учебного модуля, или в смежных последовательных фрагментах в соответствии со сценарием учебного занятия. Описания для формирования агрегированных профилей могут быть приняты из системы онтологий, используемых для разметки учебных эпизодов в сценариях учебных занятий.

Структуру реализации учебного эпизода можно представить как некоторый сценарий SCR в виде набора строк $\{LN_i\}$:

$SCR_1 = \{LN_i; i=1-N_1\}$ — для сценария первого фрагмента;

$SCR_2 = \{LN_i; i=1-N_2\}$ — для сценария второго фрагмента.

В этом случае формальная структура агрегированного сценария при условии, что строки сценариев отдельных эпизодов не должны

пересекаться, а сценарий учебного занятия должен быть представлен в одном фрагменте, в виде отдельного учебного эпизода, будет записан как

$$SCR_O = \{SCR_I \cap SCR_J\} = \{LN_m \ m=1-N_1\} \cap \{N_k \ k=1-N_2\}.$$

Для случая, когда сценарий учебного занятия представлен в двух смежных фрагментах учебного модуля, сценарий учебного занятия записывается в виде двух последовательных учебных эпизодов, представленных в смежных учебных фрагментах $SCR_{Less} = \{FR_1 \cap FR_2\}$,

$$SCR_{Less} = SCR_{fr1} \cap SCR_{fr2} = SCR_1 \cap SCR_2,$$

где $SCR_1 = \{SCR_{11} \cap SCR_{12}\} = \{LN_{m_1} \ m_1=1-N_1; LN_{m_2} \ m_2=1-N_2\}$; $N_1+N_2=N_{12}$ — количество строк сценария первого учебного эпизода; $SCR_2 = \{SCR_{21} \cap SCR_{22}\} = \{LN_{m_3} \ m_3=1-N_3; LN_{m_4} \ m_4=1-N_4\}$; $N_3+N_4=N_{34}$ — количество строк сценария второго учебного эпизода. При этом $N_{12}+N_{34}=N_0$ — количество строк сценария учебного занятия.

Интерпретация численных значений координат математической модели осуществляется в соответствии со сценарием учебного занятия, где указываются координаты математической модели $Y_{MM} = \{y_l, l=1-L\}$, предназначенные для индикации, а также способы вывода координат, включая вид отображения информации, параметры вывода, размерные характеристики области вывода и параметры оформления вывода, цвет и значения «переключений»:

$$I_l = OUTm(y_l), l=1-L.$$

Анализ средств и способов экранного представления моделируемых процессов и требований к качеству графической интерпретации координат математических моделей в имитаторах компьютерных тренажеров позволяет определить конечный ряд элементарных операций вывода информации на экран монитора.

Для объектно-ориентированных систем реализации моделирования тренажерных задач типовой набор операций представлен в табл. 3.8.

Каждая из представленных выше операций снабжается собственным перечнем атрибутов

$$I_i = I(M_i, C_i, R_i),$$

где I_i — оператор вывода (отображения); M_i — масштабные характеристики вывода; C_i — указатели цветов вывода; R_i — координатная привязка в масштабе экрана монитора.

Способы отображения числовых значений координат имитационной модели

Название	Содержание операции
Число	Вывод значения параметра в виде числа
Индикатор	Вывод значения параметра на стрелочный прибор или узкопрофильный индикатор
График	Изображение графической зависимости, как функции времени
Самописец	Изображение зависимости на «бегущей» ленте
Цвет	Изменение цвета объекта с замкнутым внешним контуром
Движение	Перемещение (изменение положения) графического объекта
Заполнение	«Заполнение» емкости
Таймер	Вывод текущего времени моделирования
Результат	Интерпретация действий обучаемого в виде результата выполнения задания

Для организации системы интерпретации должна быть указана переменная математической модели. С клавиатуры необходимо указать ее название, которое не является идентификатором, но служит для обозначения и отображения физического содержания переменной, например – « X_1 — высота полета».

Данная запись означает, что в математической модели формируется численное значение X_1 , как высота движения летательного аппарата, если динамический модуль предназначен для обеспечения тренировки экипажа летательного аппарата. «Тип вывода» указывается в списке, который выводится в таблице при указании на соответствующую ячейку, информация о численном значении указанной переменной включает: число, цвет, индикатор, заполнение, движение, график, самописец.

Последние три типа «Движение», «Заполнение», «График» являются способами динамического вывода информации, которые принимают изображение, соответствующее численному значению указанной координаты математической модели.

При выборе типа «Число», необходимо задать параметры — формат вывода числа, шрифт, которым будет выводиться значение параметра математической модели и цвет, которым будут окрашены цифры и фон области вывода.

Тип вывода «Цвет» — обеспечивает изменение цвета указанного графического объекта на экране ПК в зависимости от численного зна-

чения параметра математической модели. Например, в зависимости от температуры металлического предмета при его нагревании или охлаждении, или изменение цвета земной поверхности от времени года и др. Для инициализации данного способа вывода информации необходимо задать номер переменной в математической модели, указать графический объект, окраска которого будет зависеть от численного значения параметра модели. Кроме того, следует задать коды цвета в зависимости от численного значения параметра модели. При этом указание графического объекта заключается в отметке любой внутренней точки одноцветного изображенного объекта.

В системе интерпретации автоматически формируется образ объекта, перечень внутренних точек изображения объекта, образ записывается в специальный формат данных, предназначенный для обеспечения вывода информации на экран. Основные характеристики операций вывода информации в программно-инструментальном комплексе объектно-ориентированной системы моделирования приведены в табл. 3.9.

Спецификация функций вывода информации с учетом номера переменной моделирования, кода операции и атрибутов вывода имеет вид

$$\text{OUT}(j, M_i, C_i, R_i).$$

Эта запись означает, что координата математической модели, которая имеет порядковый номер j , должна быть выведена на экран монитора. Тип вывода (операция вывода) имеет номер i , а атрибуты вывода, включая масштабные характеристики, цветовое оформление операции вывода и расположение на экране в масштабе его координат, определяются тройкой $\{M_i, C_i, R_i\}$.

Реализация функций вывода информации обеспечивается с помощью форматов, представленных в виде табличной структуры (табл. 3.10), где в первом поле вводится номер координаты модели j ; во втором — номер операции i ; в третьем — параметры масштаба и значения пределов M_i ; в четвертом — указатели цвета C_i ; в пятом — координаты опорной точки на изображении элемента R_i .

Запись в табл. 3.10 означает, что текущее значение координаты модели, имеющей порядковый номер «2» выводится на экран в виде числа (тип «1»), в формате «3×2» (три значащих цифры до десятичной запятой, две значащих цифры после десятичной запятой), при этом цвет цифр имеет код «12», цвет фона — «16».

Характеристики операций ввода-вывода информации

N_i	Операция (название) I_i	Атрибуты вывода (M_p, C_p, R_p)
1	Число	1.1 Формат вывода 1.2 Цвет цифр 1.3 Цвет фона 1.4 Предел переключения цвета символов 1.5 Место вывода на экране
2	Индикатор	2.1 Вид индикатора 2.2 Размер шкалы 2.3 Место установки (вывода) на экране монитора 2.4 Цвет шкалы 2.5 Цвет фона
3	График	3.1 Масштаб осей 3.2 Цвет графика 3.3 Цвет фона 3.4 Размер окна вывода графика 3.5 Место вывода на экране
4	Самописец	4.1 Масштаб оси 4.2 Цвет следа 4.3 Цвет подложки (ленты) 4.4 Размер окна вывода следа 4.5 Место вывода на экране
5	Цвет	5.1 Координаты опорной точки изображения 5.2 Численное значение переменной, при которой происходит изменение цвета. 5.3 Указатели цвета
6	Движение	6.1 Координаты опорной точки объекта 6.2 Числовые пределы изменения координаты 6.3 Привязка пределов координат к масштабу координат экрана 6.4 Указание цвета фона
7	Заполнение	7.1 Координаты опорной точки объекта 7.2 Указатель направления заполнения 7.3 Указатель цвета заполнения и фона
8	Таймер	8.1 Место вывода на экране 8.2 Указатели цвета цифр и фона
9	Результат	9.1 Указатель вида результата 9.2 Текстовый блок комментария 9.3 Количество баллов в оценке действия оператора или ситуации

Положение окна вывода числа на экране определяется координатами верхнего левого угла в масштабе экрана – «320×100». Количество элементов вывода информации определяется числом строк таблицы.

Формат спецификаций вывода значения координат модели -имитатора

Номер	Тип	Пределы	Цвет	Окно
1	2	3	4	5
«2»	«1»	«3×2»	«12,16»	«320×100»

Последовательность вывода элементов определяется номером строки таблицы вывода. Комбинация способов вывода информации о текущих значениях координат модели позволяет создавать динамические сцены на экране монитора в широком спектре учебных задач.

Выше приведена система базовых элементов интерпретации текущих результатов математического моделирования. Перечень операций (базовых элементов) для обеспечения интерфейса компьютерного тренажера включает:

«Число» — вывод текущего значения координаты модели в виде числа в заданном формате;

«Индикатор» — вывод значения на указанный в библиотеке показывающий прибор;

«График» — вывод зависимости координаты в виде графика;

«Самописец» — вывод зависимости на движущейся ленте;

«Цвет» — изменение цвета замкнутой области в зависимости от значения координаты;

«Движение» — изменение положения указанного объекта в зависимости от значения координаты;

«Заполнение» — изменение положения границы двух областей, различающихся цветом;

«Таймер» — вывод текущего времени (с начала моделирования);

«Результат» — вывод текущего результата тренировки (текущая оценка деятельности).

Спецификация базовых элементов интерфейса представлена в табл. 3.11.

Инициализация способа вывода типа «Индикатор» заключается в указании номера параметра математической модели, и, далее, вида индикатора, его шкалы и типа показывающей стрелки, а также — цветов отдельных элементов индикатора. Для масштабной привязки шкалы индикатора к численным значениям параметра математической модели в перечне характеристик (атрибутов) системы ГИ должны быть пред-

Спецификации базовых элементов интерфейса компьютерного тренажера

№	Спецификация
1	Номер переменной в математической модели
2	Вывод Формат вывода Размер шкалы Размер окна вывод графика Размер окна вывода следа Указатели вида результата
3	Цвет Цвет цифр (символа) Цвет шкалы Цвет графика Цвет следа Цвет фона Цвет подложки (ленты) Указатели цвета цифр (символа) Указатели цвета фона Численное значение переменной, при которой происходит изменение цвета
4	Предел переключения цвета символа
5	Место вывода на экране
6	Вид индикатора
7	Масштаб осей
8	Координаты опорной точки изображения объекта
9	Привязка числовых пределов к масштабу координат экрана
10	Числовые пределы изменения координаты
11	Указатель направления заполнения
12	Результат Указатель вывода результата Текстовый блок комментария Количество баллов в оценке действия

ставлены соответствующие предельные численные значения параметра. Заключительной операцией является указание расположения индикатора на изображении местного пульта и его размерных параметров.

Инициализация способов вывода информации типа «График», «Самописец» осуществляется аналогично

Для инициализации способа вывода типа «Движение» необходимо указать имя файла, где записан динамический объект, который должен изменять свое положение относительно неподвижного графического

фона. При этом следует указать тип движения – «Вращение» или «Плоско-параллельное движение» либо то и другое вместе.

В первом случае должен быть задан центр вращения и предельное положение вращающегося элемента, во втором случае должны быть указаны две координаты – два параметра математической модели, определяющих положение динамического объекта относительно координат изображения, заданного как неподвижный графический фон.

В программном обеспечении спецификация представляет собой перечень (последовательность) кодов с многоуровневой позиционной адресацией, как принято в структурном программировании. В табл. 3.12 приведена спецификация операций (первый уровень). Символ «1» в ячейках таблицы является указателем наличия следующего уровня спецификации. Символ «0» — отсутствие следующего уровня.

Подход, основанный на представленной выше поэлементной спецификации, обеспечивает возможность сборки интерфейса динамического модуля, как заполнение табличных структур. Это, в свою очередь, облегчает процесс редактирования (адаптации) интерфейса для конкретного тренажерного занятия и выполнения конкретного задания. Кроме того, обеспечивает проектирование и представление динамичных экранных сценариев в процессе работы пользователя (тренирующегося), достаточно приближенных к реальной обстановке «местного пульта».

Система интерпретации параметров моделирования и управления является второй базовой составляющей тренажерного комплекса.

Т а б л и ц а 3.12

Спецификация операций отображения числовых значений координат

Позиция Операция	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Число	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Индикатор	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
График	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Самописец	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Цвет	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Движение	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
Заполнение	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0
Таймер	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Результат	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

В процессе исследований *разработана и обоснована базовая спецификация* функций интерпретатора, позволяющая решить широкий класс задач интерпретации текущего состояния математической модели и обеспечения ввода и приема команд и оценки действий оператора в процессе выполнения тренажерного задания.

3.5. Структуры моделей имитаторов в тренажерных комплексах

Математическая модель обеспечивает формирование числовых значений координат. Модель может быть собрана из структурных объектов. При этом модели, которые включаются в объединенную модель, разрабатываются автономно в виде отдельных, частных моделей.

Модель технологического объекта включает координаты $X_{\text{мо}} = \{x_i, i=1-N\}$, а модель системы управления соответственно

$$U_{\text{му}} = \{u_j, j=1-K\}.$$

Результирующая, объединенная модель включает координаты, как модели объекта, так и системы управления

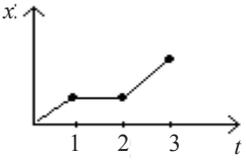
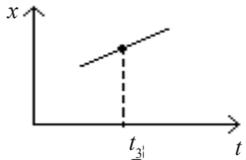
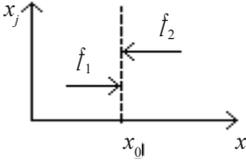
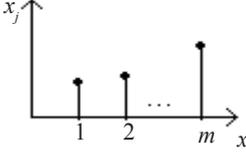
$$X_{\text{мм}} = X_{\text{мо}} \cap X_{\text{му}} = \{x_1, x_2, \dots, x_N, u_1, u_2, \dots, u_K\}.$$

Математическая модель, применяемая для организации имитационного моделирования в компьютерных средствах обучения, может включать различные математические выражения (дифференциальные уравнения, алгебраические выражения, логические зависимости и зависимости, заданные в виде таблиц значений). Перечень видов моделей и их интерпретации представлен в табл. 3.13.

Математическая модель, используемая в динамическом модуле, может включать различные способы записи выражений. В алгоритмической модели кроме директивных указаний должны быть представлены условия выполнения операций. К классу *алгоритмических моделей* можно отнести сценарий учебного занятия, где необходимо сформулировать начальные условия, требуемый уровень знаний обучаемого на начальном этапе обучения, конечную цель обучения.

Компьютерное сопровождение системы подготовки и поддержания квалификации включает организацию образовательного процесса, как последовательность заданий, разработанных в соответствии с программой подготовки специалистов.

Виды математических моделей в имитаторе тренажера

№	Вид модели	Запись	Интерпретация
1	Дифференциальная	$X=f(x, u, c, t)$	
2	Статическая	$X=S(x, u, c, t)$	
3	Логическая	$X=L(x)$	
4	Табличная	$X=TAB(x)$	

Ситуационный тренажер в структуре системы организации учебного процесса является программным средством организации профессиональной подготовки, контроля и поддержания квалификации в образовательной системе. При организации учебного занятия в формате ситуационного тренажера производится описание ситуации и обучаемому предлагается ответить на систему вопросов. При реализации образовательного процесса в формате программно-инструментального комплекса тренажер может быть настроен на режим обучения. В алгоритме контроля выполнения задания в точках принятия решения проводится определение частного результата и формирование решения на продолжение занятия с учетом оценки промежуточных результатов и команд управления заданием.

В условиях, когда каждая компьютерная программа обладает раз-

личными характеристиками эффективности по обеспечению качества подготовки, «модулизация» учебных материалов позволяет проводить независимую адаптацию учебных модулей по содержанию учебных материалов и сценариям предъявления учебной информации.

Автоматизация проектирования последовательности учебных занятий оказывается многоплановой проблемой, решение которой необходимо обеспечить для облегчения нагрузки на педагогических работников и снижения требований по объему морально-психологического ресурса исполнителей программного обеспечения учебного назначения. Включение в функциональную структуру программно-инструментального комплекса алгоритмов анализа результатов обучения позволяет автоматизировать процесс коррекции образовательных программ для выделенной группы обучаемых или проектировать программу занятий для индивидуализированного режима обучения или самоподготовки.

3.6. Организация тренажерной подготовки

В практике организации профессиональной подготовки специалистов встречаются задачи, связанные с выполнением многоэтапных процедур проектирования, принятия решений, когда решение задачи выполняется в виде последовательности частных подзадач, реализуемых в отдельных учебных фрагментах учебного занятия. Результат выполнения формируется на основании оценки решений частных задач, выделенных автором в комплексной проблеме разработки, проектирования или принятия решения. В этом случае сценарий учебного занятия представляет собой последовательность отдельных звеньев, учебных фрагментов, в процессе решения общей проблемы, достижения цели учебно-тренировочного занятия.

В результате к завершающему этапу выполнения задания на учебно-производственное занятие формируется некоторая оценочная траектория, в соответствии со сценарием учебного занятия, в узлах которой представлены частные результаты, достигнутые в процессе работы обучаемого с определенным учебным материалом, снабженным фрагментами с контролем на каждом этапе выполнения задания.

Таким образом, к завершению учебного занятия в картотеке результатов фиксируются результаты решения частных задач в соответствии со сценарием, предусмотренным автором компьютерного средства обучения.

Результат выполнения задания формируется как совокупное значение качества выполнения частных задач, предъявленных обучаемому в сопряженных разделах сценария учебного занятия, а оценка качества выполнения задания в целом проводится по результатам, полученным в каждом из учебных фрагментов. Значение оценки выполнения задания формируется в результате анализа частных ответов (результатов) в указанных фрагментах сценария учебного занятия.

Способ определения результата выполнения задания получил название как «Расчет». Значение результата и оценка результата выполнения задания на учебно-производственном занятии формируются на завершающем этапе (в фрагменте, кадре) сценария учебного занятия непосредственно перед завершением учебного занятия и данные передаются в картотеку результатов системы организации образовательного процесса — Системы Обучаемого.

Основу систем проектирования учебно-тренировочных занятий для подготовки операторов технологических комплексов в промышленном производстве все в большей степени составляют компьютерные комплексы, снабженные соответствующим программно - инструментальными системами, в среде которых осуществляется проектирование сценариев учебных занятий. Включая организацию тест - контроля и учебно-тренировочные занятия по обучению операторов управления оборудованием в различных производственных условиях, включая проектные и запроектные аварийные ситуации.

Как правило, для проектирования и реализации сценариев для организации занятий по функционированию в нормальных и экстремальных ситуациях применяются библиотеки стандартных решений моделирования ситуаций.

В основу организации моделирования принимается объектный подход к организации образовательной среды, когда компьютерное средство обучения «собирается из готовых структурных объектов», включая математическое и информационное описание технологических элементов и объектов», графическую и иную интерпретацию процессов, протекающих в технологических системах. Такой подход обеспечивая сокращение времени на проектирование сценариев учебно-тренировочных занятий. но не позволяет в должной степени использовать методический багаж авторов компьютерных программ обучения и возможности компьютерных средств обучения по организации и про-

ведению учебных занятий.

Наиболее приспособленными для организации динамичной среды учебно-тренировочных занятий оказываются инструментальные системы, в которых реализуются *функционально-процессные технологии* организации компьютерного сопровождения образовательного процесса.

Производственные ситуации, включая режимы нормального функционирования и работу в аварийных режимах, редуцируются к перечню отдельных процессов, протекающих в технологических элементах и объектах производственной системы.

Реализуется процессное моделирование с использованием минимально необходимого набора типовых, базовых математических структур и способов интерпретации процессов с применением стандартных методов, локализуемых относительно выделенного элемента или конструктивно завершеного объекта моделируемого технологического комплекса.

Такая технология обеспечивает возможность поэлементного моделирования и проектирования математических моделей и систем интерпретации производственных ситуаций.

Наиболее актуальной эта проблема оказывается, когда необходимо составить сценарии занятий по работе в аварийных и катастрофических ситуациях. При этом необходимо составить математическое описание процессов, протекающих в технологическом оборудовании, и спроектировать систему интерпретации с учетом графического и звукового подобия моделируемых явлений ситуациям, протекающим в реальных условиях эксплуатации.

Такой подход к организации технологической информационной системы предоставляет автору компьютерного средства свободу в выборе способов решения дидактических задач в педагогическом процессе, способов описания явлений и событий и организации интерпретации процессов, протекающих в технологических производственных системах на выделенных рабочих местах в производственных условиях.

Математические описания явлений, протекающих при возникновении аварийных ситуаций, представлено в работах Томсона Дж. М. Т., Арнольда В., Гилмора Р.

Теория катастроф, как раздел математики, получила развитие в середине прошлого столетия. Математическое описание катастроф составляют изменения, возникающие в виде внезапного изменения

характеристик системы при плавном изменении условий протекания процессов внутри системы. Именно на таком подходе к описанию катастроф основываются модели событий, которые относятся к катастрофическим событиям.

Чаще всего речь идет о переходах между двумя устойчивыми состояниями моделируемой системы или технического устройства, объекта. При этом возможными оказываются циклические изменения параметров, включая характеристики движения объектов, когда речь не идет о разрушении объекта и потере его конструктивной целостности, устойчивости и управляемости. Наиболее серьезные аварии связаны с такими изменениям в структуре технической системы, при которых происходит разрушение и потеря конструктивной целостности объекта моделирования. Программно - инструментальный комплекс должен обеспечивать возможность моделирования различных вариантов катастроф.

В функциональной структуре инструментального комплекса должен быть представлен редактор специализированных программ [100] в формате которого варианты моделирования сценариев развития аварийных ситуаций оказываются вполне возможными при условии четкого представления описаний процессов, которые происходят в моделируемых технологических системах.

Вариант 1. В данном случае выделяются две совокупности координат объекта, значения которых определяют как два статически устойчивых состояния объекта моделирования, каждое из которых характеризуется единственным графическим изображением и иными способами отображения или вывода информации о протекающих процессах. В математической модели выделяются перечни (две совокупности характеристик) соответствующих координат, и определяются, задаются, для каждого состояния, местные пульты, на которых осуществляется формирование графического и звукового сопровождения моделируемой ситуации — одно статическое состояние.

Математическая модель дополняется функциональным переключателем, который осуществляет переключения координат модели между значениями устойчивых состояний, обеспечивая, таким образом, функционирование математической модели с отображением моделируемого технологического объекта в условиях аварийной или катастрофической ситуации. Математическая модель может быть расширена за счет дополнительных координат, в которых производится определение и

запись значений характеристик моделируемой системы, объекта, наблюдаемых в процессе перехода из одного устойчивого состояния в другое. *Сценарий аварийной ситуации* может включать до трех и более частных моделей развития ситуаций, а математическая модель включает дополнительные логические схемы функциональных переключателей, обеспечивающих интерпретацию наступления и развития аварийной ситуации в математической модели.

Вариант 2. В реальных ситуациях при наступлении аварийных ситуаций происходит нарушение конструктивной целостности моделируемых объектов. При этом теряется возможность проводить какие-либо изменения в функционирование технологической системы за счет командных воздействий с использованием штатных средств управления. В данном сценарии тренировки обучаемый должен провести оценку создавшейся ситуации и принять правильное решение по прекращению развития аварийной ситуации, чтобы избежать катастрофических последствий нарушения технологического процесса, при этом должны быть выполнены операции в соответствии с регламентом предотвращения последствий аварийной ситуации и снижению уровня опасности на действующем производстве.

Соответствующее графическое и иное сопровождение может быть реализовано с использованием материалов по результатам аналогичных ситуаций, происшедших ранее в аналогичных производственных условиях по технологическому циклу и внешним условиям проявления.

3.7. Моделирование сценариев аварийных ситуаций.

Имитатор ситуации

В соответствии с технологией проектирования математических моделей для обеспечения моделирования сложных объектов модель для имитаторов, функционирующих в сценариях аварийных ситуаций, развивающихся по различным вариантам протекания, могут быть разработаны, как объединение двух моделей.

$$\begin{aligned} X_1 &= \{x_{i1}, I_1=1-N_1\}, \\ X_2 &= \{x_{i2}, I_2=1-N_2\}. \end{aligned}$$

Математическая модель имитатора для обеспечения сценария аварийной ситуации может быть собрана из структурных элементов X_1 и X_2 с учетом функционального переключателя X_{12} между составляющими

ми — моделями устойчивых состояний — $X_{\text{MM}} = X_1 \cap (X_{12} = F_1 \geq F_2) \cap X_2$.

При этом модели состояний объекта моделирования, которые включаются в объединенную модель, разрабатываются автономно в виде отдельных, частных моделей. Модель простого функционального переключателя может быть записана как логическое выражение $X_{nk} = F_1 : F_2 (X_M / X_L)$.

Представленная математическая модель функционального переключателя реализуется в функциональной структуре редактора динамических модулей программно-инструментального комплекса и означает, что координата X_{nk} принимает значение функций F_1 или F_2 в зависимости от выполнения условия X_M / X_L . Выражение для описания переключателя означает контроль выполнения некоторого заданного условия. Условие делит пространство координат на три области, две из которых определены как области статически устойчивых состояний, а третья — как область переходного режима, в которой происходит переход между двумя устойчивыми состояниями.

Для обеспечения моделирования аварийных ситуаций в математической модели должна быть предусмотрена координата, обеспечивающая определение значения заданного критерия, на основании которого осуществляется переход из одного состояния в другое и управление сценарием в переходном режиме (рис. 3.9).

Модели местных пультов для организации системы интерпретации значений координат математической модели организуются аналогично. Для каждой частной модели в компьютерной программе предусматривается отдельный местный пульт, на котором осуществляется отображение значений координат частных моделей X_1 и X_2 . Схема формирования динамического модуля с функциональным переключателем представлена на рис. 3.10.

Математические модели статически устойчивых состояний объекта моделирования на рис. 3.10 обозначены как ММ1 и ММ2, а модель функционального переключателя как МФП. Переменные всех моделей сведены в единый список координат

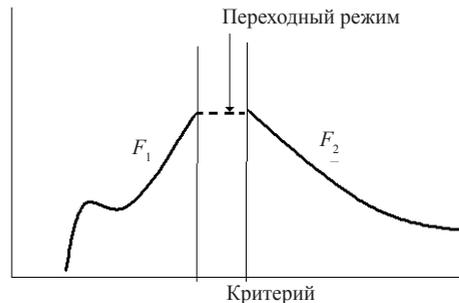


Рис. 3.9. Организация функционального переключателя

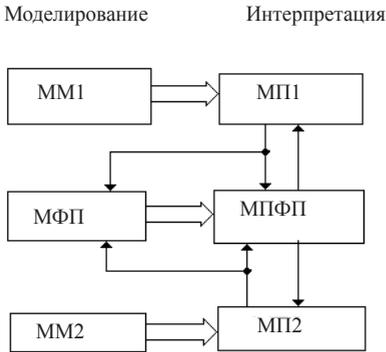


Рис. 3.10. Схема формирования сценария аварийной ситуации

вывод значений координат на пульты МП1 и МП2, в соответствии со сценариями отображения информации. Состояние объекта в переходном режиме из одного устойчивого в другое отображается на местном пульте МПФП.

Моделирование и интерпретация в режиме, описанном выше, осуществляется до тех пор, пока не исчезнет причина возникновения опасного режима и функционирование объекта моделирования будет проходить в режиме нормальной эксплуатации.

Реализация математической модели и динамического модуля, обеспечивающего режим тренировки по другим вариантам развития ситуаций, практически не отличается от описанной выше схемы организации моделирования.

Вместо модели функционального переключателя в обобщенной модели должна быть представлена динамическая модель объекта в переходном режиме, со своим местным пультом и системой вывода значений координат, системой интерпретации координат модели в переходном режиме, развивающемся по известным законам протекания процессов, а объединенная модель будет включать описания процессов, представленные в трех частных моделях.

В работах [51, 89, 97, 100, 170] представлены технологии организации динамического моделирования и описания средств инструментального сопровождения учебно-тренировочного процесса, включая организацию моделирования и интерпретации процессов выполнения

обобщенной модели X_{MM} . Система интерпретации формируется относительно полного перечня координат обобщенной модели. При возникновении опасного режима, о наступлении которого свидетельствует значение соответствующего критерия, представленного в модели функционального переключателя, осуществляется переход на попеременное моделирование статически устойчивых состояний объекта и обеспечивается

заданий и проведения оценки результатов принятия проектных решений, команд управления и действий операторов, эксплуатационного персонала технологических производственных комплексов.

Динамический модуль — специальное программное обеспечение организации и контроля выполнения учебно-тренировочного процесса. Динамические модули разрабатывают и осуществляется их сопровождение в процессе эксплуатации и модернизации, включая настройку параметров и характеристик моделирования, конструирование учебно-производственных заданий. Для организации динамического модуля в программно-инструментальном комплексе предусмотрено специальное средство редактирования — *Редактор Динамических Модулей*, который включает в себя три отдельных редактора в соответствии с функциональной структурой организации учебно-тренировочного процесса.

1. Собственно моделирование технологических процессов, протекающих в изучаемом объекте или явлении;

2. Система интерпретации числовых значений координат математической модели в виде экранных образов, сцен, динамических явлений, звуковых эффектов, видео- и мультимедиафрагментов;

3. Система управления моделированием включая:

выбор методов решения;

выбор масштаба параметров координат моделей;

задание параметров системы моделирования;

инициализация команд управления в соответствии со сценарием учебного занятия;

обеспечение ввода числовых значений показателей и критериев качества прямым заданием значений координат модели или скоростных характеристик изменения значений параметров модели, критериев качества, или коэффициентов в вычислительных алгоритмах для определения показателей качества выполнения операций управления производственными процессами.

Указанные способы редактирования локализованы в одном редакторе — Редакторе динамических модулей. Поэтапная схема организации процесса конструирования динамического модуля представлена на рис. 3.11. В процессе создания динамического модуля последовательно проводятся операции инициализации компьютерной программы, формирования математической модели, структуры и параметров, проектирование системы интерпретации и системы управления моделированием.



Рис. 3.11. Схема организации конструирования динамического модуля

Параметры динамического модуля последовательно заносятся в соответствующие ячейки структур, предусмотренные для реализации сценария учебного занятия или процессов, обеспечивающих выполнение заданий на учебно-тренировочное занятие.

Все параметры и элементы динамического модуля, за исключением внешних компьютерных программ, записаны в файле специальной структуры, с которыми оперирует редактор динамических модулей, включая

стандартные операции проектирования;

запись;

копирование;

параметрический синтез;

обращение к внешним средствам редактирования данных и характеристик, проектируемых во внешних средствах сопровождения учебных материалов.

Математическая модель, используемая в качестве имитатора в динамическом модуле, включает дифференциальные уравнения, алгебраические выражения, логические и таблично-задаваемые функции, переключатели.

Первые номера в перечнях координат модели динамического модуля составляют координаты, записываемые как дифференциальные переменные, для определения значений которых используются численные методы решения уравнений указанного класса. Для записи выражений математической модели используются стандартные обозначения алгебраических функций и действий с действительными числами. Фрагмент математической модели, представленный в формате редактора динамических модулей, приведен на рис. 3.12.

В записи фрагмента используются переменные, иницируемые в разделе «Переменные», которые показаны на рис. 3.13.

Размерность дифференциальной части модели задается указанием соответствующей кнопки в меню операций на панели «Переменные». *Перечень координат* математической модели включает номера и названия переменных в динамическом модуле, начальные значение координат, максимальные и минимальные значения переменных.

Для обеспечения *процессов интерпретации* числовых значений координат модели (имитатора) в редакторе динамических модулей

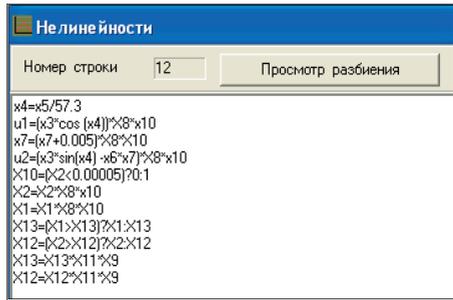


Рис. 3.12. Фрагмент математической модели в динамическом модуле

Переменные				
<input type="button" value="Добавить переменную модели X"/>		<input type="button" value="Добавить переменную управления U"/>		
<input type="button" value="Удалить переменную модели X"/>		<input type="button" value="Удалить переменную управления U"/>		
Количество переменных X - 13		Количество переменных U - 2		
Переменная	Название	Начальное значение	Минимальное значение	Максимальное значение
X1	горизонт	0	0	1000
X2	вертикаль	0	0	500
X3	скорость - задание, метров в секунду	66	0	100
X4	угол - задание, радиан	5	0	20
X5	угол - задание, градусов	45	0	90
X6	ускорение свободного падения	9.8	0	20
X7	время	0	0	+∞
X8	переключатель режимов	1	0	1
X9	работа	1	0	1
X10	признак завершения	1	0	1
X11	команда- СТАРТ	1	0	1
X12	максимальная высота	0	0	+∞
X13	максимальная дальность	0	0	1000
U1	горизонт - скорость	0	0	100
U2	вертикаль - скорость	0	0	100

Рис. 3.13. Панель формирования перечня координат математической модели в динамическом модуле

предусмотрено средство редактирования параметров системы интерпретации числовых значений, в котором реализовано большое количество способов отображения информации, принятых в компьютерных информационных средствах и системах. Перечень способов отображения информации о значениях координат математических моделей в динамическом модуле представлен на рис. 3.14.

Для каждого способа отображения значений координат математической модели в системе интерпретации предусмотрен оригинальный набор параметров и характеристик, обеспечивающих возможность включения способа в систему интерпретации значений координат модели в соответствии со сценарием учебно-тренировочного занятия.

Для организации контроля качества моделирования и выполнения заданий в учебно-тренировочных занятиях в редакторе динамических модулей включен редактор управления моделированием и оценки ка-

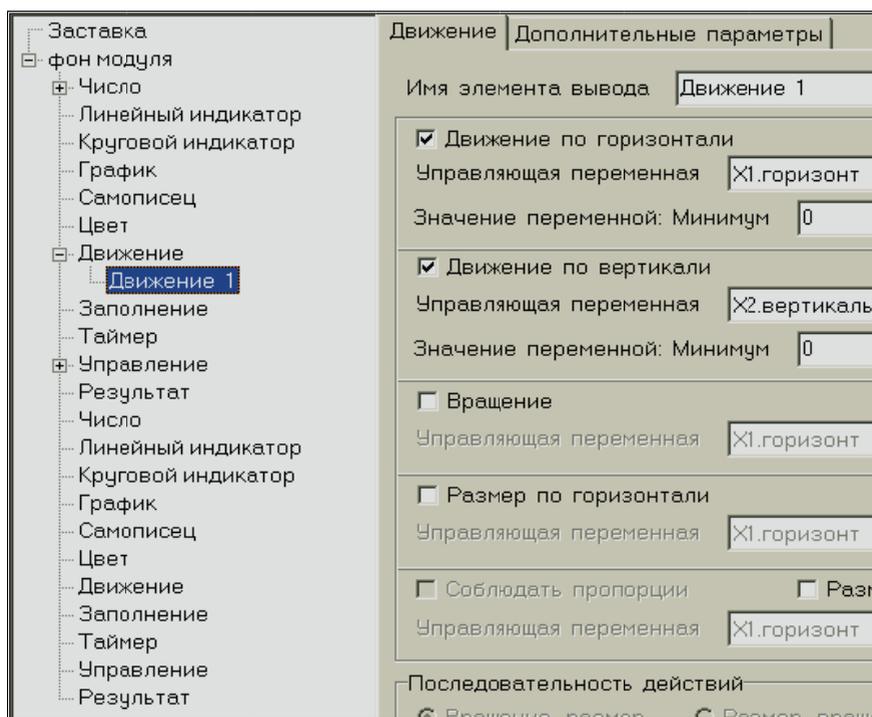


Рис. 3.14. Панель формирования системы интерпретации в структуре динамического модуля

чества процессов управления. В качестве формата дифференциальной составляющей математической модели [97, 100] в динамическом модуле предусмотрен способ описания, в котором правые части дифференциальных уравнений представлены в виде выражений

$$\dot{X} = AX + BU.$$

Значения коэффициентов обеспечивают определенные динамические характеристики переходных процессов [99, 103]. Значения параметров дифференциальных уравнений подлежат настройке для обеспечения подобия характеристик модели процессам, которые могут быть получены или измерены в процессе эксплуатации реальных технологических объектов или элементов.

Такой формат представления динамических модулей существенно облегчает процедуры и алгоритмы конструирования математических моделей сложных динамических объектов и проектирования учебно-производственных заданий для организации учебно-тренировочного процесса.

При организации контроля качества выполнения заданий в учебно-тренировочном процессе, критерии хода выполнения и качества результатов выполнения записываются в виде отдельных математических выражений с указанием контролируемой координаты и значений индикаторов качества выполнения [100, 105].

Значения координат качества преобразуются в показатели качества выполнения заданий и передаются в систему регистрации результатов и оценок, локализованной в системе организации учебных занятий — в Картотеке Результатов Системы Обучаемого программно-инструментального комплекса в виде квалификационной оценки в заданном формате. Перечень способов организации контроля качества выполнения заданий в учебно-тренировочном занятии представлен на рис. 3.15.

В системе контроля должен быть указан номер контролируемой координаты математической модели, а также — способ определения результата — «Уровень» или «Зона». Комбинации способов контроля могут быть использованы для формирования опорной траектории в пространстве координат модели для обеспечения определения качества выполнения задания на учебно-тренировочное занятие.

Результаты выполнения заданий используются для управления учебным процессом и формирования аттестационных оценок качества

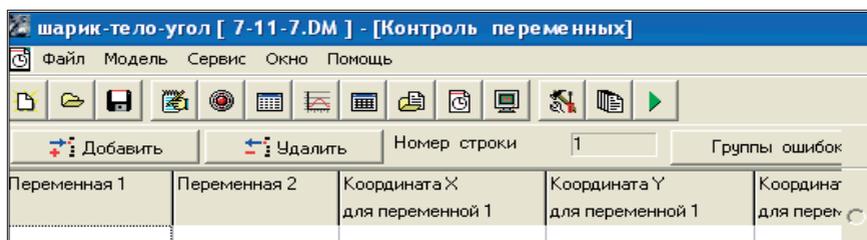


Рис. 3.15. Панель способов формирования результатов при выполнении заданий в учебно-тренировочном занятии

выполнения заданий и подготовки специалистов для выполнения производственных заданий в штатном режиме, режимах предаварийных тренировок и выполнения специальных операций управления в соответствии с регламентом квалификационных требований, предъявляемых специалистам данной категории работников предприятия. Настройка временного режима моделирования производится в перечне параметров динамического модуля на соответствующей панели, где формируется (задается) параметрическая структура системы моделирования, включая указание метода решения дифференциальных уравнений и ввод масштабных параметров организации моделирования и интерпретации числовых значений координат математической модели. Вид панели, на которой представлены функции настройки параметров системы моделирования имеет вид, показанный на рис. 3.16.

Перечень значений параметров динамического модуля может быть оригинальным для каждого динамического модуля в соответствии с требованиями образовательной среды и характеристиками организации профессиональной подготовки. При включении динамического модуля в учебно-тренировочном занятии его запуск осуществляется автоматически как указание реакции системы управления занятием в соответствии со сценарием обучения (профессиональной подготовки специалистов и работников предприятия).

Результаты выполнения заданий в виде числовой модели числовых значений контролируемых координат модели фиксируются в соответствующих протоколах по указанному формату записи. Расчет числовых значений координат математической модели динамического модуля может быть образован как внутренняя процедура при моделировании, так и с использованием внешних алгоритмов выполнения моделирова-

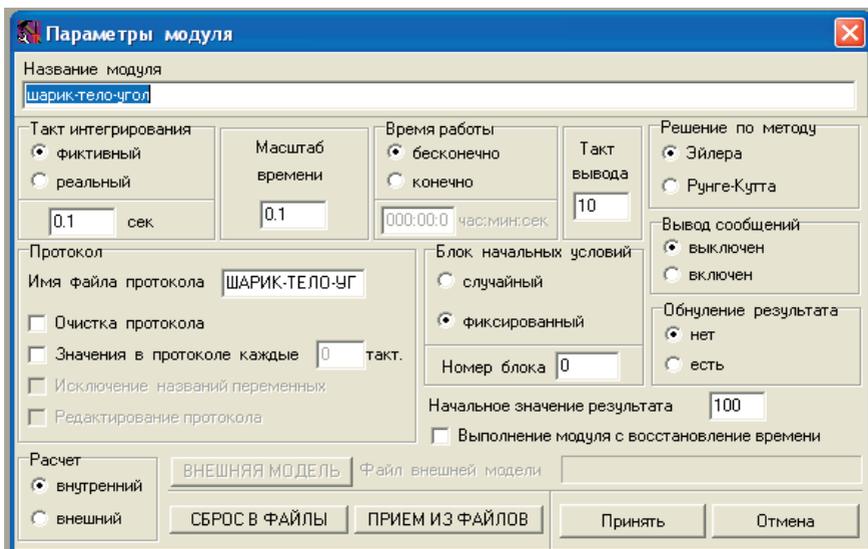


Рис. 3.16. Панель настройки параметров динамического модуля

ния. Указаны способы организации процедуры вычисления координат модели осуществляется на панели «Параметры модуля» в разделе «Расчет», представленном в нижней части панели.

При организации вычислительных операций в виде внешней процедуры необходимо заполнить соответствующую таблицу, обеспечивающую указания какие координаты внешней модели соответствуют параметрам внутренним. Результаты вычисления координат модели могут быть переданы во внешние регистрирующие процедуры с использованием команды «Сброс в файлы». Кроме этого данные могут быть приняты из внешних процедур за счет указания «Прием из файла».

Одним из важных показателей обеспечения качества моделирования является обеспечение требуемого масштаба времени. Особенно когда масштаб времени моделирования должен совпадать с реальным временем, в котором протекает моделируемый процесс в наблюдаемой ситуации. Масштабные характеристики задаются на панели параметров динамического модуля в соответствующих разделах данных, как показано на рис. 3.17

На панели редактора представлены следующие характеристики: значения такта решения дифференциальных уравнений математи-

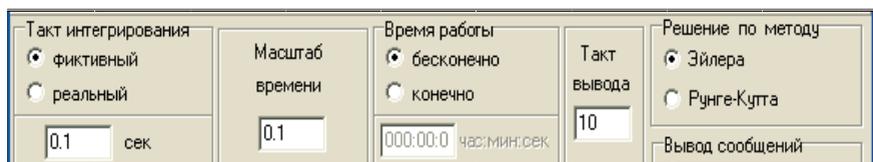


Рис. 3.17. Раздел панели характеристик динамического модуля с параметрами управления масштабом времени моделированием

ческой модели;

значение масштаба времени моделирования;

продолжительность времени работы динамического модуля в процессе выполнения учебного задания;

период обмена информации в системе графической интерпретации значений координат математического модуля, Число «10» означает, что смена графической информации осуществляется каждые 10 тактов решения уравнений математической модели;

указатели метода численного решения дифференциальных уравнений модели.

Программно-инструментальный комплекс, проект которого предлагается в работе по результатам исследований предметной области исследований, отличается от известных систем аналогичного назначения функциональной полнотой и возможностью модернизации перечней доступных операций сопровождения учебных материалов и расширенным перечнем функциональных средств инициализации, проектирования и коррекции учебной информации (функциональных редакторов).

Структура функций и доступных операций редактирования построена на основе разработанной методологии проектирования технологий и инструментальных средств управления процессами формирования профессиональных компетенций подготовки специалистов.

В основу программной реализации компьютерного средства обучения полагаются информационные модели и математические описания объектов, технологических элементов и систем, разработка которых осуществляется в известных форматах представления имитаторов для обеспечения моделирования в виде систем дифференциальных уравнений. Такой подход обеспечивает возможность применения известных и хорошо апробированных способов организации моделирования в решении прикладных задач проектирования систем управления и

оптимизации вычислительных алгоритмов преобразования данных и учебной информации для организации процессов профессиональной подготовки специалистов в различных отраслях народного хозяйства.

Для обеспечения разработки компьютерных тренажерных комплексов в системе проектирования и адаптации учебных материалов в соответствии с требованиями качества образовательного процесса система сопровождения должна включать автоматизированные алгоритмы проектирования и формирования образовательной среды.

Наиболее приемлемым решением для организации моделирования и интерпретации координат математической модели имитатора является применение программно-инструментальных комплексов, обеспечивающих сопровождение динамических модулей в составе тренажерного комплекса, включая настройку параметров модели и проектирование системы интерпретации значений координат имитатора и управления моделированием в соответствии со сценарием учебно-тренировочных занятий.

Применение разработанного функционально-процессного способа организации моделирования позволяет обеспечить независимость математической и информационной моделей от предметной области моделируемых процессов и явлений. Снижение интегральных затрат на разработку и настройку имитаторов тренажерных комплексов в соответствии с требованиями образовательной среды и системы административного управления процессами подготовки работников и сопровождение их профессиональной квалификации, применение автоматизированных процедур проектирования и адаптации математических моделей для сопровождения учебно-тренировочных занятий.

ГЛАВА 4

НАСТРОЙКА ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Все методы параметрического синтеза математических моделей используют информацию о поведении характеристик при вариациях настраиваемых параметров. Определение функций чувствительности координат моделей объектов, процессов, технологических элементов и систем. Параметрический синтез математических моделей выполняется по методике, разработанной Стекловым В.А., с применением технологии, составленной и реализованной для обеспечения настройки параметров систем автоматического управления летательными аппаратами Трапезниковым С.Н. [175].

Для обеспечения процессов разработки и адаптации компьютерных тренажерных комплексов в системах профессиональной подготовки специалистов в арсенале преподавателей и инструкторов, ответственных за проведение учебно-тренировочных занятий и качество подготовки работников, должен быть представлен функциональный инструментарий, с помощью которого может быть проведена разработка оригинальных тренажерных устройств или проведена оперативная адаптация учебных программ по результатам текущей эксплуатации технологического оборудования, включая формирование и настройку математических моделей, составляющих основу организации учебно-тренировочного процесса.

В связи с тем, что значительная часть инструкторов профессиональной подготовки, наставников производственного обучения, преподавателей технологических дисциплин, как правило, не обладают серьезными навыками в проведении и организации компьютерного моделирования, то основные операции по инициализации сценариев учебно-тренировочных занятий, математических моделей и способов отображения результатов моделирования и управления учебным занятием могут проводиться в автоматизированном режиме. При этом технологии проектирования отдельных элементов должны быть прозрачными и понятными рядовому пользователю, разработчику учебного занятия.

4.1. Параметрический синтез математических моделей

Параметрический синтез систем и объектов управления составляет серьезную проблему на всех этапах проектирования и организации автоматического управления технологических производств. Решению вопросов, адаптации параметров технических систем и математических моделей посвящены работы таких известных исследователей и ученых, как Эшби У.Р., Гроп Д., Дейч А.М.. Результаты исследований проблемы идентификации параметров дифференциальных уравнений нашли отражение в трудах Стеклова В.А., Трапезникова С.Н.

Известны системы, снабженные блоками автоматизированной настройки параметров систем автоматического управления по результатам текущих испытаний. Применение автоматизированных технологий коррекции и настройки характеристик технических систем в процессе испытаний позволяет существенно сократить затраты на проведение экспериментальных работ по адаптации параметров автоматических систем в соответствии с требованиями технического задания на разработку объектов и устройств управления. Предварительные результаты исследования процессов дифференциальной коррекции коэффициентов обыкновенных дифференциальных уравнений опубликованы в диссертации [78].

При организации моделирования объектов, протекающих явлений, событий, процессов для обеспечения учебно-тренировочного занятия перед разработчиками заданий на учебные занятия встает проблема выбора структуры математической модели и настройки параметров системы организации моделирования для определения числовых значений параметров математических моделей в соответствии с заданной точностью и качеством, особенно в переходных режимах эксплуатации производственных систем и объектов.

Проблема настройки параметров модели возникает, когда требуется провести коррекцию характеристик математической модели при изменении характеристик моделируемой технологической системы в процессе эксплуатации с целью актуализации параметров модели в условиях эксплуатации моделируемой системы. Применение математических моделей технологических объектов с известной структурой невозможно без использования эффективных средств решения задачи параметрической идентификации и синтеза.

Практически все методы параметрического синтеза основаны на определении поправок к настраиваемым параметрам, таких, которые обеспечивают условие близости характеристик настраиваемой модели параметрам, полученным из экспериментальных данных. Задача настройки параметров математических моделей аналогична задаче настройки характеристик систем управления по условиям выполнения требований технического задания на разработку системы управления.

В основу функционирования алгоритма коррекции параметров математических моделей полагаются результаты испытаний, полученных в процессе эксплуатации реальных образцов технологических систем или в специальных экспериментах.

Не менее важной по сравнению с задачей настройки параметров модели является проблема балансировки математической модели по начальным условиям, так как не все моделируемые переменные в модели являются режимными параметрами. Задача формирования математической модели для решения тренажерной задачи в общем случае представляется многоэтапной:

- формирование библиотек типовых математических моделей для определенной предметной сферы производства;

- объединение типовых модулей в соответствии с тренажерным заданием;

 - настройка объединенной математической модели;

 - балансировка математической модели по начальным условиям.

Для выполнения операций актуализации характеристик математических моделей в программном комплексе должен быть представлен соответствующий вычислительный блок, в котором осуществляется определение поправок к настраиваемым параметрам и коррекция значений коэффициентов дифференциальных уравнений математических моделей.

4.2. Дифференциальная коррекция параметров математических моделей и системы моделирования

Для решения задачи настройки параметров математической модели разработаны методы дифференциальной коррекции. Задача параметрического синтеза формулируется следующим образом: определить численные значения коэффициентов математической модели, когда извест-

ны экспериментальные зависимости координат объекта — $X(t)=X_{\mathcal{Y}}(t)$, при условии минимума функции отклонений.

При настройке или коррекции параметров технических объектов по результатам экспериментальных исследований или опытной эксплуатации в качестве заданных значений принимаются данные, полученные из технического задания. При настройке параметров математических моделей в качестве заданных значений принимаются характеристики, полученные из эксплуатации — экспериментальные данные.

Дифференциальная коррекция сводится к определению поправок ΔC к настраиваемым, корректируемым параметрам.

$$C = C_0 + \Delta C. \quad (4.1)$$

Преимуществом метода дифференциальной коррекции является возможность настройки как статических, так и динамических систем, линейных и нелинейных моделей (рис. 4.1).

Кроме настройки параметров технических систем управления методы дифференциальной коррекции используются для оперативной коррекции математических моделей в тренажерных задачах и при имитационном моделировании, когда возникает необходимость настройки модели на нештатные режимы работы. При этом алгоритмы коррекции могут быть включены в контур моделирования технологических процессов.

В основу методов дифференциальной коррекции (МДК) полагается представленная зависимость координаты математической модели (рис.4.2) в виде ряда Тейлора

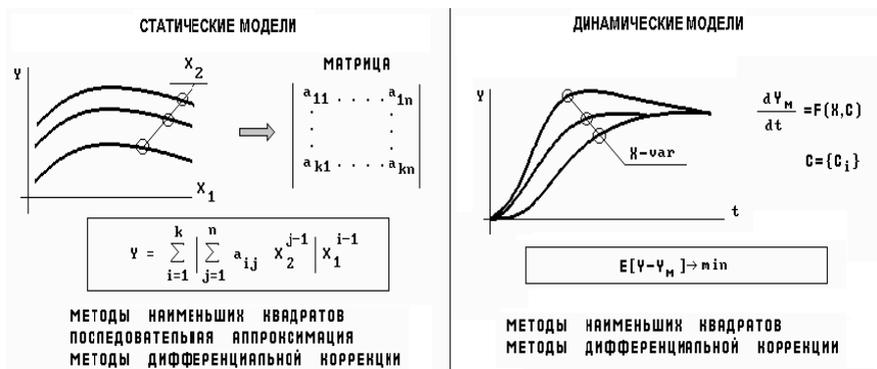


Рис. 4.1. Настройка параметров математических моделей

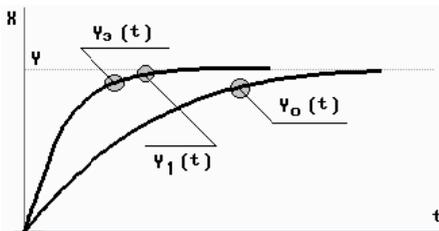


Рис. 4.2. Графическая интерпретация настройки параметра

$$y(t) = y_0(t) + \frac{\partial y}{\partial C} \Delta C, \quad (4.2)$$

где $y_0(t)$ — координата модели при начальных значениях параметров $C = C_0$; ΔC — поправка к настраиваемому параметру;

$\frac{\partial y}{\partial C}$ — функция чувствительности

координаты y к вариациям параметра C .

В общем случае функция чувствительности является функцией времени или координаты, по которой ведется моделирование. В вычислительном алгоритме дифференциальной коррекции параметров моделей представлены значения функций чувствительности координат модели к вариациям настраиваемых параметров.

Методы теории чувствительности [32,165] находят широкое применение в проектировании систем автоматического управления и подробно изложены в работах Розенвассера Е.Н. и Юсупова Р.М.

4.3. Чувствительность координат модели к вариациям собственных параметров

Для обеспечения функционирования алгоритма дифференциальной коррекции необходимо значение характеристик функции чувствительности, по которым осуществляется настройка к вариациям настраиваемых параметров математических моделей: $C_{ij} = \frac{\partial y_i}{\partial C_j}$, где y_i — i -я координата математической модели (ММ); C_j — j -й настраиваемый параметр ММ.

В общем случае функции чувствительности описываются функцией времени. Для формирования значений функций чувствительности предлагается модель чувствительности, выражения которой может быть получено на основе дифференциальных уравнений настраиваемой модели. Если математическая модель записывается в виде $\frac{dY}{dt} = F(Y, C)$, то модель чувствительности по параметру $C_j \in C$ будет иметь вид

$$\frac{dS_j}{dt} = \frac{dF(Y, C)}{dC_j}. \quad (4.3)$$

В самом общем случае дифференциальные уравнения могут быть нелинейными относительно настраиваемых параметров. В программном комплексе УРОК в качестве базового формата динамических моделей принята аддитивная форма $\frac{dy}{dt} = \sum C_i Y_i$, где $Y = \{Y_i\}$, $C = \{c_i\}$ — координаты и параметры ММ, которые необходимо настраивать.

Для линейной правой части дифференциальных уравнений получение производной по настраиваемым параметрам могут быть сформированы в автоматизированном режиме в соответствующем функциональном блоке (ФБМЧ — рис. 4.3), на входы которого поступают значения параметров и указатель номера настраиваемого параметра, а на выходе модель чувствительности $\{\dot{S}_j\} = \frac{dF\{C_j\}}{dC_j}$.

При работе блока коррекции параметров ММ значения функции чувствительности в тактовые моменты времени являются выходными значениями блока моделирования и включаются в алгоритм формирования поправок настройкам параметров наравне со значением модулей ММ.



Рис.4.3. Функциональный блок модели чувствительности

4.4. Определение функций чувствительности математических моделей

Настройка параметров математических моделей проводится на этапах проектирования учебно-тренировочного занятия. При этом необходимо так задать значения параметров моделей, чтобы они удовлетворяли требованиям технического задания. Задача настройки – выбор таких поправок к параметрам, которые бы обеспечили нахождение координат математических моделей в заданных пределах. Для решения этой технологической задачи математического моделирования используется метод дифференциальной коррекции (МДК).

Трапезников С.Н. и Петроченко А.В. предложили применять МДК для настройки параметров технических систем, математическая модель которых может быть представлена системой нелинейных дифференциальных уравнений с аналитической правой частью.

МДК по своему математическому аппарату можно отнести к мето-

дам нелинейного программирования, большинство из которых могут быть получены из МДК путем введения дополнительных условий или ограничений.

Например, *метод наискорейшего спуска* может быть получен из МДК отбрасыванием координат (параметров), малочувствительных к вариациям настраиваемых коэффициентов. Информация о малочувствительных коэффициентах (параметрах) может быть получена при этом из анализа функций чувствительности.

Градиентный метод может быть получен из МДК путем нормировки вектора поправок к настраиваемым параметрам.

В основу МДК полагаются:

метод наименьших квадратов (МНК);

представление координат движения системы в виде ряда Тейлора с ограничением числа членов разложения;

модель чувствительности (МЧ) координат движения системы к вариациям настраиваемых параметров.

Алгоритм МДК обеспечивает минимизацию интегрального отклонения характеристик математической модели от соответствующих характеристик, полученных в результате экспериментальных исследований образцов технических устройств.

Модель чувствительности и настройка параметров. При определении поправок к настраиваемым параметрам с помощью МДК учитываются значения функций чувствительности (функций влияния) характеристик настраиваемой модели к вариациям настраиваемых параметров. Функции чувствительности определяются как решение уравнений дифференциальной модели чувствительности (ДМЧ).

Дифференциальная модель чувствительности может быть получена из *настраиваемой математической модели*. Единственным ограничением на этом этапе дифференциальной коррекции является требование дифференцируемости правых частей дифференциальных уравнений математической модели.

Проблема настройки параметров моделей возникает в случае, когда требуется создать математическую модель объекта (системы), с достаточной степенью точности воспроизводящую характеристики реальной системы. Здесь в качестве параметров, по которым ведется настройка, принимаются характеристики, полученные в результате эксперимента или эксплуатации. Поправки к настраиваемым параметрам определя-

ются из условия минимального отклонения характеристик модели от соответствующих характеристик объекта. В качестве настраиваемых параметров математической модели выступают как характеристики собственно математической модели, так и начальные условия моделирования.

При сопровождении технических или технологических систем, особенно в условиях изменения параметров системы в ходе продолжительной эксплуатации, требуется оперативно вносить изменения в математические модели, используемые при подготовке персонала и поддержании его квалификации. В ходе эксплуатации могут быть выявлены режимы и свойства системы, не предусмотренные или не оговоренные в исходной постановке задачи на создание тренажерной системы.

При настройке параметров математической модели в классе исследовательских и тренажерных задач исходными данными являются: структура уравнений математических моделей; характеристики настройки (экспериментальные характеристики) $X_3(t)$; начальные значения настраиваемых параметров C_0 ; характеристики модели, полученные при начальных условиях, $X_M(t)$; модель чувствительности характеристик математической модели к вариациям настраиваемых параметров.

Дифференциальная коррекция проводится на основе данных, полученных из эксперимента, либо из испытаний технических систем или их отдельных элементов. При существенном снижении возможностей проведения оптимальных экспериментов при настройке параметров технических систем и математических моделей необходимо использовать всю доступную информацию о поведении объектов. Повышение качества настройки определяется корректным выбором критериев, как частных, так и обобщенных.

Существенную роль при настройке параметров модели играет информация о чувствительности характеристик модели к вариациям настраиваемых параметров. МДК при таком подходе к использованию экспериментальных данных является в достаточной мере универсальным. В математической и дифференциальной модели чувствительности необходимо корректно учитывать те командные сигналы, которые вводились при проведении эксперимента.

Непрерывный и дискретный алгоритм МДК. В соответствии с видом представления экспериментальных данных $X_3(t)$ алгоритм диф-

ференциальной коррекции принимает непрерывную или дискретную форму. Интегральное квадратичное отклонение в непрерывном виде может быть представлено как

$$\int_0^T [X_M(t) - X_{\text{э}}(t)]^2 dt. \quad (4.4)$$

Зависимость координаты $X_M(t)$ может быть представлена в виде ряда Тейлора:

$$X_M(t) = X_M(C_0, t) + S_M(C_0, t) \Delta C. \quad (4.5)$$

Интегральное квадратичное отклонение при этом может быть представлено в виде

$$\int_0^T [X_M(C_0, t) - S_M(C_0, t) \Delta C - X_{\text{э}}(t)]^2 dt. \quad (4.6)$$

Условием минимума (экстремума) интегрального отклонения ε является равенство нулю производной вида $\frac{d\varepsilon}{d\Delta C} = 0$. Тогда численное значение поправки ΔC может быть получено как решение алгебраического уравнения

$$\int_0^T S_M(C_0, t) [X_M(t) - X_{\text{э}}(t)] dt + \int_0^T [S_M(C_0, t)] \Delta C dt = 0. \quad (4.7)$$

В дискретной форме квадратичное отклонение принимает следующий вид:

$$\varepsilon = \sum_0^N [X_M(t_i) - X_{\text{э}}(t_i)]^2, \quad (4.8)$$

а с учетом представления координаты модели в виде ряда Тейлора

$$\varepsilon = \sum_0^N [X_M(C_0, t_i) - S_M(C_0, t_i) \Delta C - X_{\text{э}}(t_i)]^2. \quad (4.9)$$

В этом случае выражение для определения поправки ΔC будет иметь вид:

$$\sum_0^N [X_M(C_0, t_i) - X_{\text{э}}(t_i)] S_M(C_0, t_i) + \sum_0^N [S_M(C_0, t_i)]^2 \Delta C = 0. \quad (4.10)$$

Функция $S_M(C_0, t)$ представляет собой функцию чувствительности настраиваемой характеристики $X_M(t)$ к вариациям настраиваемого параметра C .

Нелинейная дифференциальная коррекция параметров математических моделей. Большинство применяемых в настоящее время методов настройки и коррекции параметров систем управления, а также уточнения характеристик моделей по результатам испытаний основаны на использовании информации о поведении координат, которые непосредственно измеряются.

Алгоритм дифференциальной коррекции представляет собой математический аппарат метода дифференциальной коррекции в классе непрерывных функций координат модели и данных, полученных экспериментально ($X(t)$ и $X_j(t)$ — непрерывные функции).

Данные результатов испытаний динамических объектов, как правило, представляются в виде числовых последовательностей значений регистрируемых координат в тактовые моменты времени.

Существуют два подхода при организации настройки параметров модели системы (объекта). Во-первых, заданная числовая последовательность интерполируется с использованием непрерывных базовых функций. Такой подход к моделированию нашел применение в случаях, когда тренировочный процесс обеспечивает подготовку персонала к работе в штатных условиях эксплуатации (жесткий регламент обслуживания технологических систем). Здесь не требуется применение громоздких математических моделей. Необходима лишь база данных, зарегистрированных при работе системы. Задача настройки сводится к определению параметров регрессионных моделей.

Во-вторых, для обеспечения моделирования с использованием математических моделей, проектируемых на основе законов работы технических систем, задача настройки параметров решается в классе динамических моделей, представленных в виде систем дифференциальных уравнений. В этом случае для настройки математических моделей и определения поправок к параметрам предлагается использовать дискретные алгоритмы дифференциальной коррекции. Структура алгоритма дифференциальной коррекции приведена на рис. 4.4.

Для определения чувствительности характеристик используются различные методы, как численные, так и аналитические. В основу аналитических методов положено дифференцирование уравнений модели по настраиваемым параметрам. В результате может быть получена модель чувствительности в виде дифференциальных уравнений.

Совместное решение уравнений чувствительности и уравнений

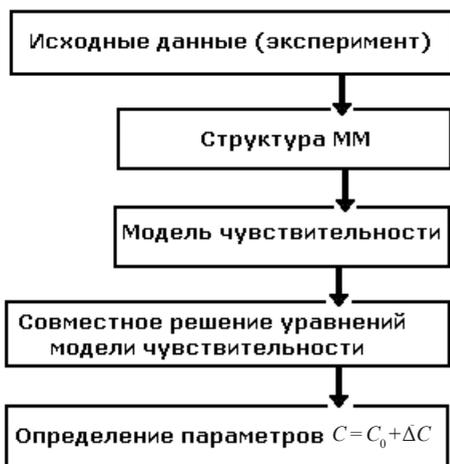


Рис. 4.4. Алгоритм дифференциальной коррекции

модели позволяет получить значения чувствительности характеристик как функции времени. В практических задачах настройки параметров сложных технологических систем проблема формирования модели чувствительности осложняется, когда некоторые координаты системы не могут быть непосредственно измерены. При этом в каналы измерения координат включаются вычислительные устройства, математические модели которых могут быть представлены в виде нелиней-

ных функций измеряемых координат.

В данной работе предложен метод дифференциальной коррекции, модифицированный для решения задачи настройки параметров математических моделей, когда измеряемые координаты системы являются функциями характеристик модели. Координаты модели в виде ряда Тейлора могут быть записаны как

$$X_M(t_j) = X_M^{(0)}(t_j) + \sum_{k=1}^m \left\{ \sum_{i=1}^n \frac{\partial X_n^{(0)}[X_M^{(0)}(t_j)]}{\partial X_i} \cdot \frac{X_i^{(0)}[(t_j)]}{\partial C_k} \right\} \Delta C_k. \quad (4.11)$$

Частные производные в выражении (4.11) представляют собой функции чувствительности координаты $X_M(t)$ к вариациям коэффициента C_k . Квадратичное отклонение с учетом разложения (4.11) определяется по формуле

$$\varepsilon = \sum_{j=1}^N \left[X_N(t_j) - X_M^{(0)}(t_j) - \frac{\partial X_N^{(0)}(t_j)}{\partial X} S \Delta C \right]^2. \quad (4.12)$$

Модель чувствительности координат системы в общем виде принимает векторную форму:

$$\frac{\partial X_N^{(0)}(t_j)}{\partial X} = \left\{ \frac{\partial X_{iN}^{(0)}(t_j)}{\partial X_1}, \frac{\partial X_{iN}^{(0)}(t_j)}{\partial X_2}, \dots, \frac{\partial X_{iN}^{(0)}(t_j)}{\partial X_n} \right\}, \quad i = 1, \dots, n; \quad (4.13)$$

$$S = [S_1 | S_2 | \dots | S_m], \quad (4.14)$$

где $S_k^T = [S_{1k} | S_{2k} | \dots | S_{nk}]$, $k = 1, \dots, m$;

$$S_{ik} = \frac{\partial X_N^{(0)}(t_j)}{\partial x} = S_{ik}(X_M^{(0)}, X_M(t_j)), C^{(0)}. \quad (4.15)$$

Для формата математических моделей, принятого в редакторе динамических модулей программно-инструментальной системы, который представлен в виде двух составляющих:

динамической

$$\dot{x}_j = \sum_{i=0}^n d_{ji} x_i \quad (4.16)$$

и статической

$$X_j = f_j(X, C), \quad (4.17)$$

модель чувствительности принимает следующий вид:

$$S_{Dj} = \sum_{i=1, i \neq j}^n (d_{ji} S_{Di} + X_{Dj}) S_{Sj}, \quad (4.18)$$

$$S_{ik} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f_i}{\partial X_{Si}} S_{Si} + \frac{\partial f_i}{\partial C_i} \right). \quad (4.19)$$

Для определения численных значений настраиваемых параметров (элементов векторов D и C) необходимо совместно решить уравнения модели и функций чувствительности:

$$\begin{aligned} X &= S(X, D); \quad X(t_0) = X^{(0)}; \quad D = D^{(0)}; \quad S = \Phi(X, S, C), \quad C = C^{(0)}; \\ D &= D^{(0)} + AD^{-1}BD; \quad C^{(0)} + AS^{-1}BS. \end{aligned}$$

Использование унифицированного формата математических моделей позволяет автоматизировать процедуру записи модели чувствительности при известной структуре математической модели объекта или моделируемой системы.

Требования к программному обеспечению для параметрического синтеза математической модели. Особенностью учебно-методического сопровождения эксплуатации современных технологических комплексов является то, что математические модели, реализованные в тренажерных системах и комплексах, требуют особого внимания по обеспечению качества моделирования. Поэтому задача поддержания

математических моделей, составляющих основу организации образовательного процесса в системе профессиональной подготовки и поддержания квалификации специалистов, требует постоянного контроля в течение жизненного цикла программного обеспечения.

Необходимость коррекции параметров математической модели возникает в процессе эксплуатации, когда по тем или иным обстоятельствам характеристики управления технологическими системами начинают изменяться по условиям эксплуатации, например, изменяются условия смазки или возникают связи между характеристиками, неучтенные в первоначальном варианте математического описания процессов управления.

Функциональный модуль коррекции параметров математической модели имитатора включен в состав редактора динамических модулей как одно из функциональных средств редактора, обеспечивающее коррекцию параметров моделей, включенных в цикл учебных модулей для поддержания квалификации оперативного персонала. Большая часть операций, связанных с коррекцией параметров, проводится в автоматизированном режиме. При этом существенно снижается морально-психологическая нагрузка на преподавателей-инструкторов производственного обучения и методистов профессиональной подготовки специалистов, которые несут прямую ответственность за качество учебных материалов и в конечном итоге за качество профессиональной подготовки работников и специалистов.

Алгоритм функционального модуля включает необходимый инструментарий для ввода характеристик настройки модели, автоматизированного формирования модели чувствительности характеристик модели при вариациях указанных параметров, обеспечивающий коррекцию параметров модели. При этом процесс коррекции контролируется преподавателем-инструктором и фиксируется в соответствующих отчетных формах документов.

Технология проведения настройки параметров математических моделей в ПИК УРОК. Технология коррекции параметров математической модели, реализованной в формате редактора динамических модулей программно-инструментального комплекса, включает перечень этапов, которые обеспечивают процесс настройки параметров математической модели, соответствующий набор функциональных панелей и команд, в соответствии с которыми проводится коррекция указанных параметров

математической модели динамического модуля. Этот перечень включает также указатели координат настройки и настраиваемых параметров, соответствующие табличные структуры для ввода экспериментальных данных, систему контроля процессов настройки, снабженную транспарантами с указателями выполнения операций коррекции.

Для проведения операций настройки необходимо заполнить таблицу результатов эксперимента и моделирования значениями координаты настройки в соответствующие такты времени. Проведение операций коррекции параметров осуществляется в автоматизированном режиме. При этом автоматически составляется дифференциальная модель чувствительности координат математической модели к вариациям настраиваемых параметров, определяются значения поправок к настраиваемым параметрам, и осуществляется пробный запуск динамического модуля с фиксацией результатов моделирования и регистрацией показателей качества настройки параметров. По зарегистрированным данным эксперимента принимается решение на проведение коррекции параметров математической модели.

Окончательное решение на коррекцию параметров имитатора принимает администратор образовательной среды, ведущий преподаватель, инструктор образовательного департамента.

Соответствующая запись по результатам коррекции заносится в журнал текущего контроля за состоянием технических средств организации процессов поддержания квалификации и качеством образовательного процесса.

Модифицированный метод дифференциальной коррекции обеспечивает настройку параметров нелинейных математических моделей, когда координаты движения системы регистрируются по непосредственным и косвенным измерениям. Для определения численных значений вектора поправок к настраиваемым параметрам необходимо совместное решение уравнений настраиваемой математической модели и уравнений модели чувствительности с учетом характеристик и команд управления, полученных экспериментальным путем на реальном объекте.

Количество моделей чувствительности равно числу настраиваемых параметров: для каждого настраиваемого параметра формируется отдельная модель чувствительности. Для формата выражений ММ, принятых в ПИК УРОК модель чувствительности может быть представлена в виде:

$$\{\dot{S}\} = \{\sum d_{kl} S_l + 1 S_{kj}\}, d_{kl} = a_{kl}.$$

То есть модель чувствительности по указанному параметру может быть сформирована автоматически заменой значения соответствующего параметра на 1,0. При этом начальные значения функций чувствительности, необходимые для решения дифференциальных уравнений модели чувствительности должны быть приняты равными нулю $S_{ij}(t_0) = 0,0$, где t_0 — момент времени соответствующий началу моделирования.

Значения экспериментальных характеристик $Y = \{Y_3(t)\}$ могут быть записаны перед настройкой в соответствующие табличные форматы, представленные в качестве форматов для зависимостей, записанных в виде таблиц $Y_3(t) = \text{TAB}(T, Y)$, где T — перечень тактовых моментов времени, в которые фиксируются результаты экспериментальных исследований (контрольных испытаний), Y_T — значения характеристик в тактовые моменты времени $T = \{t_k\}$.

4.5. Система настройки параметров модели по результатам испытаний

В формате динамических модулей программного комплекса формирование вычислительного алгоритма и исходных данных для обеспечения алгоритма коррекции осуществляется в автоматизированном режиме. С этой целью функциональная структура редактора динамических модулей снабжена функциональным блоком моделей чувствительности (ФБМЧ на рис. 4.3), который предназначен для определения численных значений вектора поправок к настраиваемым параметрам и коррекции математической модели с соответствующим интерфейсом управления настройкой параметров математической модели динамического модуля.

Интерфейс системы настройки параметров ММ. Применение математических моделей технологических объектов с известной структурой невозможно без использования эффективных средств решения задачи параметрической идентификации. Искомые параметры могут представлять собой константы, входящие в уравнения модели, состояния модели, в том числе значения вектора начальных условий для моделирования. Методы настройки параметров модели используются при создании новой модели, для корректировки существующей модели в процессе эксплуатации.

Значения параметров находят по имеющимся экспериментальным данным, представляющим собой значения измеряемых переменных модели таким образом, чтобы расчетные значения наилучшим образом согласовывались с экспериментальными. При этом используются различные методы параметрической идентификации, различающиеся по критерию согласования экспериментальных и расчетных данных, требованиями к объему исходной информации.

Практически все методы параметрического синтеза основаны на определении поправок к настраиваемым параметрам, таких, которые обеспечивают условие близости характеристик настраиваемой модели характеристикам, полученным из экспериментальных данных. При этом определяется направление изменения настраиваемых параметров и величина вариации параметров из минимаксных условий.

Направление изменения численных значений определяется как чувствительность изменения условия близости настраиваемых характеристик некоторым заданным значениям, или полученным из эксперимента к вариациям настраиваемых параметров.

Поведение этих зависимостей может быть определено при некоторых взвешенных изменениях или пробных шагах в пространстве настраиваемых координат.

Существуют способы оценки направления изменения настраиваемых параметров с использованием моделей чувствительности характеристик модели к вариациям настраиваемых параметров, как это реализовано в алгоритмах метода дифференциальной коррекции. В этих алгоритмах модель чувствительности получается из настраиваемой модели дифференцированием ее уравнений по аргументам, в качестве которых выступают настраиваемые параметры исходной модели.

Такой подход обеспечивает настройку как коэффициентов математической модели в заданной структуре выражений, а также – начальных условий для решения дифференциальных уравнений. В такой постановке алгоритм параметрической идентификации параметров математической модели является универсальным, пригодным как для параметрического синтеза динамических уравнений модели, так и для определения численных значений начальных условий для решения дифференциальных уравнений, представленных в стандартной форме Коши.

Известны способы определения начальных значений координат математической модели, когда вектор начальных условий не является

полным, то есть ряд значений начальных условий не заданы в условиях задачи моделирования.

В данном случае для определения значений координат модели на начальном этапе моделирования, так называемых «разгонных точек», приходится «запускать модель» и управлять ее выравниванием на начальном этапе моделирования с использованием контуров автоматического управления поведением модели. По окончании переходных процессов в моделируемом объекте контур автоматического управления отключается и моделирование проводится в штатном режиме, когда известны значения начальных условий. При этом вектор начальных значений координат движения модели, заданных по условиям задачи моделирования дополняется требуемыми значениями координат в «разгонных точках» моделируемой многомерной траектории движения объекта. В частности, такая задача стояла перед разработчиками программного комплекса моделирующего пространственное движение летательного аппарата для обеспечения учебно-тренировочного процесса при тренажерной подготовке летного состава.

В условиях тренировочных заданий обычно задавались: координаты положения центра масс летательного аппарата, высота, скорость, дальность (приведенное значение). Значения остальных координат движения, включая угловые координаты летательного аппарата и положение рукоятки управления двигательной установкой необходимо было определить с учетом дополнительных условий, например, отсутствие перегрузок (вертикальной, поперечной и продольной), отсутствие вращения конструкции планера летательного аппарата относительно центра масс и так далее.

Указанная задача получила название как «задача балансировки модели по начальным условиям». При этом предполагалось, что уравнения движения летательного аппарата должны описываться системой нелинейных дифференциальных уравнений.

Рассмотрим математическую постановку задачи балансировки. Пусть математическая модель технологического объекта описывается системой динамических уравнений вида

$$\dot{x}(t) = f(t, x, a); \quad x(t_0, a) = x_0(a),$$

где t — независимая переменная; x — внутренние переменные модели, $x \in R^n$; a — вектор неизвестных параметров модели, $a \in R^m$; f — нелиней-

ная функция, задающая отображение $R^n \times R^m \rightarrow R^n$.

Будем полагать, что наблюдения за объектом ведутся на некотором отрезке времени, при этом элементы вектора x непосредственно наблюдаемы. В общем же случае может задаваться векторная функция $y = y(t, x, a)$, описывающая математическую модель оператора измерений над объектом.

Задача параметрической идентификации состоит в поиске таких коэффициентов модели, чтобы математическая модель наилучшим образом описывала поведение объекта в смысле минимума функционала отклонения полученных расчетных результатов (результатов моделирования) от реально измеренных величин. В качестве примера можно привести часто используемые интегральные функционалы квадратичной невязки:

$$E(a) = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_1} [\tilde{x}(t) - x(t, a)]^2 dt;$$

$$E(a) = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_1} ((\tilde{x}(t) - x(t, a))' G (\tilde{x}(t) - x(t, a))) dt,$$

где $\tilde{x}(t)$ — результаты измерений значений переменных состояния системы на заданном временном интервале; G — положительно определенная матрица весов различных элементов вектора x .

Как правило, проектировщик динамической модели объекта получает данные испытаний динамического объекта представленные в виде числовых последовательностей значений регистрируемых координат в тактовые моменты времени:

$$\tilde{x} = \{\tilde{x}(t_k)\}, \quad (4.20)$$

где $t_k = k\tau$, $k = \{0, 1, 2, \dots, l\}$; τ — такт опроса средств регистрации; l — число измерений.

Числовую последовательность (4.20) возможно либо интерполировать с использованием непрерывных базовых функций или же использовать дискретные алгоритмы параметрического синтеза. В этом случае функцию ошибки можно записать, например, следующим образом:

$$E(a) = \sum_{i=0}^l (\tilde{x}_i - x_i(a))' (\tilde{x}_i - x_i(a)).$$

В общем случае выбор функционала зависит от характера решаемой задачи, выбора метода параметрической идентификации и других теоретических соображений.

При настройке модели с использованием алгоритма дифференциальной коррекции результаты эксплуатации или эксперимента представляются в табличном формате. Модель чувствительности по заданному параметру формируется автоматически после указания коэффициента матрицы, который должен быть настроен на текущем этапе коррекции. Далее включается вычислительный блок, в котором осуществляется определение величины поправки к настраиваемому коэффициенту математической модели. Полученные поправки учитываются при моделировании поведения объекта, системы, события, явления в процессах профессиональной подготовки и поддержания квалификации персонала.

Применение математических моделей технологических объектов с известной структурой в качестве имитаторов в организации тренировочного процесса невозможно без использования эффективных средств решения задачи параметрической идентификации.

Искомые параметры математической модели могут представлять собой константы, включенные в уравнения модели, состояния модели, в том числе значения вектора начальных условий для моделирования.

Методы настройки параметров модели используются при создании новой модели, и для корректировки модели в процессе эксплуатации технологического оборудования.

Численные значения параметров математических моделей определяют по имеющимся экспериментальным данным, представляющим собой значения измеряемых переменных модели таким образом, чтобы расчетные значения координат модели наилучшим образом согласовывались с экспериментальными. При этом используются различные методы параметрической идентификации, различающиеся по критерию согласования экспериментальных и расчетных данных, требованиями к объему исходной информации.

Для обеспечения настройки параметров моделей на предварительном этапе необходимо провести анализ «настраиваемости» математической модели. При анализе «настраиваемости» модели по параметру S выступает равенство нулю функции чувствительности

$$S(t, C_0) \equiv 0,$$

которое означает, что модель не может быть настроена за счет вариаций параметра C в заданной структуре модели (вид функции $f(y, C)$).

Представленные выкладки в совокупности представляют собой математический алгоритм метода дифференциальной коррекции в классе непрерывных функций координат модели и данных полученных экспериментально ($y(t)$ и $y_3(t)$ — непрерывные функции).

Основу системы организации компьютерного сопровождения учебно-тренировочного процесса составляет имитатор, содержащий математическую модель, численные значения координат которой обеспечивают вектор характеристик моделируемых процессов, событий, явлений.

Для обеспечения достаточного качества определения числовых значений в контуре моделирования должна быть предусмотрена возможность настройки (коррекции) параметров математических моделей, с учетом требований органов контроля качества профессиональной подготовки специалистов и работников промышленных предприятий. Включение блоков коррекции параметров модели по результатам эксплуатации позволяет поддерживать характеристики тренажерного комплекса в актуальном состоянии и повысить качество учебных материалов и, соответственно, качество подготовки специалистов.

Организация настройки параметров математических моделей, включенных в состав математических имитаторов в тренажерном комплексе, обеспечивает возможность адаптации компьютерных тренажеров в соответствии с изменяющимися требованиями к системе организации моделирования процессов, явлений и событий, протекающих в реальных производственных условиях, в системах компьютерного моделирования для обеспечения учебно-тренировочного процесса при подготовке специалистов и работников промышленных объектов.

Для организации настройки и адаптации моделей имитаторов могут использоваться различные данные, полученные в процессе эксплуатации реальных технологических производственных объектов.

Данные, полученные экспериментальным путем в процессе эксплуатации или экспериментальных исследований технологических объектов, регистрируются в соответствующих средствах хранения данных и могут многократно применяться для коррекции параметров математических моделей, включенных в состав компьютерных программ моделирования в соответствии с требованиями образовательной среды и целями учебно-тренировочного процесса.

ГЛАВА 5

СИСТЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Основу квалификационной оценки качества обучения и профессиональной подготовки работников предприятий составляют результаты контроля профессиональных знаний и навыков, проявляемых при выполнении заданий на учебно-тренировочные занятия. Оценка качества профессиональной подготовки осуществляется с использованием результатов контроля.

Для проведения контроля и формирования управления в процессе учебно-тренировочного занятия разработан широкий ряд способов организации, характеристик, параметров и системы интерпретации качества контроля учебно-тренировочным процессом. Предлагается широкий ряд способов и параметров организации управления сценарием учебно-тренировочного занятия.

Для обеспечения детального контроля качества обучения система контроля настраивается на уникальные характеристики обучаемого в автоматизированном режиме. Интеллектуальные свойства системы контроля придают параметры, используемые в системах управления. Для проектирования системы интеллектуального тестирования предлагается использовать алгоритмы, основанные на применении методов формально-структурного моделирования систем обучения, автоматизации педагогического тестирования знаний, применения методов интеллектуальных вычислений и инженерии знаний, сформулированы принципы интеллектуального тестирования, полагаемые в основу нового класса программных систем контроля и оценивания знаний. В технологиях, использующих алгоритмы интеллектуальных вычислений возможны потери значений показателей квалификации, формируемых в системах оценки качества профессиональной подготовки специалистов.

Даниловым М.А., Огородниковым И.Т., Занковым Л.В. составлен перечень факторов, которые необходимо учитывать при проектиро-

вании организации системы управления и контроля качества знаний и навыков, качества усвоения учебных материалов в познавательных процессах на основе анализа характеристик процессов обучения и результатов подготовки, достигнутых в предшествующих образовательных циклах.

Описанию характеристик и технологий проектирования компьютерных программ для организации сопровождения образовательного процесса посвящены материалы, представленные в работе Башмаковых И.А. и А.И. в пособии Хортонов У. и К., Недостатком предлагаемых решений является обстоятельство, что результаты исследований не доведены до систем требований к программно-инструментальным системам сопровождения образовательных ресурсов. Поэтому для организации процессов формирования требований проведен дополнительный анализ результатов проектирования и внедрения инструментальных систем разработки сценариев тренировочных занятий. Это позволяет сформировать перечни характеристик, которым должны удовлетворять современные инструментальные системы проектирования учебных материалов для организации профессионально-производственной подготовки работников и требований, которым должны удовлетворять системы автоматизированного проектирования элементов и объектов современной образовательной среды.

Характеристики образовательных усилий, которые должны приниматься во внимание при формировании управления в образовательной системе и способы их измерения, представлены в работах Кайновой Э.Б.

В перечень характеристик, значения которых принимаются во внимание при формировании оценки качества профессиональной подготовки специалистов, предлагается включать оценки, формируемые предпринимательским сообществом и характеристики объемов учебного материала, успешно усвоенного обучаемым в процессе учебно-тренировочного процесса.

Способ формирования квалификационной оценки качества обучения зависит от метода формирования результата, принятого способа организации квалификационного контроля, условий проведения контроля с учетом условий и требований системы организации и испытаний. Перечень показателей и параметров алгоритмов оценки результатов качества отражается в соответствующих информационных моделях системы оценки качества.

Программные системы оценки качества, как правило, сопровождаются системами интерпретации результатов, выраженных в виде реакций системы управления образовательным процессом в профессиональной подготовке. Системы управления обучением обыкновенно включают ряд подсистем, обеспечивающих проектирование расписания учебных занятий, контроль содержания базы учебных материалов, контроль результатов обучения, профессиональной готовности специалистов в соответствии с перечнем требований к качеству обучения.

5.1. Модель системы оценки результатов

Информационная модель системы оценки результатов обучения служит для определения характеристик и показателей, которые могут быть использованы для управления уровнем подготовки.

Численное значение результата P может быть представлено как некоторая функция, где в качестве аргумента принимается образовательное усилие $P=P(S)$, а вид функции может зависеть от одного или нескольких факторов и параметров из перечня $F=F\{E, M, I, L\}$, где E — свойства среды обучения; M — способы организации образовательного цикла; I — способность обучаемого к восприятию «образовательных усилий»; L — параметры способов формирования результатов и оценок результатов обучения.

Выбор того или иного средства обучения основывается на прогнозируемом результате, который может быть достигнут в условиях применения выбранного средства. Результат может быть оценен как вероятностная характеристика, для формирования которой используются результаты контроля и действий обучаемого с учетом факторов организации процесса обучения и психофизиологических характеристик обучаемого. Для определения численного значения оценки используется классическая формула, разработанная К.Шеноном для оценки энтропии сообщений. Вероятностная оценка результатов обучения проводится как предварительная обработка данных, зарегистрированных в карточках результатов обучения по выделенным программам подготовки специалистов.

В системах повышения квалификации и профессиональной переподготовки одним из ключевых элементов является оценка результатов обучения в цикле занятий, который может включать различные виды — лекции, самостоятельные занятия, тест-контроль, компьютерные

тренажеры, обладающие различной эффективностью, а так же их логическое сочетание в рамках расписания занятий.

Для текущей оценки результатов и формирования управления выполнения учебного плана по курсу дисциплин или тематических разделов учебного материала необходимо проводить оценку результатов текущей подготовки. В этой связи особое практическое значение имеет включение в состав программного обеспечения среды для организации учебно-тренировочного процесса соответствующего функционального блока, который должен обеспечить анализ результатов текущей подготовленности персонала для формирования или коррекции образовательной траектории.

Энтропия оценки результата при заданных условиях точности – числовой меры сложности интерпретации результата при заданных условиях относительно качества ее оценки называется число

$$H_W(\xi) = \inf I(\xi, \bar{\xi}), \quad (5.1)$$

где $\xi \in X$ — значение оценки, заложенной в результате; $\bar{\xi} \in \bar{X}$ — оценка результата; $I(\xi, \bar{\xi})$ — значение оценки, содержащееся в $\bar{\xi}$, относительно ξ .

Нижняя грань (\inf) в выражении для $H_W(\xi)$ принимается по всевозможным парам случайных чисел ξ и $\bar{\xi}$, удовлетворяющих заданным условиям точности оценки W .

В наиболее частном случае условие точности оценки W задают с помощью функции потерь в оценке $\rho(X, \bar{X})$. Основное требование — математическое ожидание должно быть максимальным или средние потери не должны превосходить некоторую наперед заданную величину $\varepsilon > 0$. В этом случае $H_W(\xi)$ обозначается как $H_\varepsilon(\xi)$ и называется *эпсилон-энтропией оценки*. В трудах некоторых ученых эта величина называется скоростью формирования оценки при заданной точности ε .

Вычисление значения $H_W(\xi)$ при заданных условиях точности W является трудоемкой математической задачей, явное решение которой в общем случае получить не удастся. Для частных случаев процедура оценки, при специальных способах задания функции потерь $\rho(X, \bar{X})$, удастся получить значение ε -энтропии. Например, для дискретных шкал вырабатывающих оценку за определенную единицу временного интервала

$$H_\varepsilon = \inf \bar{f}(\xi, \bar{\xi}), \quad (5.2)$$

где $\bar{f}(\xi, \bar{\xi}) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} f((\xi_1, \dots, \xi_n, h(\bar{\xi}_1, \dots, \bar{\xi}_n)))$; $\xi = \{\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n\}$ и $\bar{\xi} = \{\bar{\xi}_1, \bar{\xi}_2, \dots, \bar{\xi}_n\}$ — соответственно оценки, получаемые при интерпретации результата, нижняя грань принимается по всевозможным парам значений $(\rho, \bar{\rho})$ при всех k , удовлетворяющих неравенству $p(\xi_k \neq \bar{\xi}_k) \leq \varepsilon$.

Так, для дискретной стационарной оценки с независимыми компонентами $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$ и равновероятными значениями, то есть когда каждая из компонент ξ_k может принимать любое из M возможных значений с одинаковой вероятностью, равной $1/n$, *эпсилон-энтропия* H_ε составляет:

$$H_\varepsilon = \begin{cases} \log M + (1 + \varepsilon) \log(1 - \varepsilon) + \varepsilon \log \frac{\varepsilon}{M - 1}, & \text{если } 0 \leq \varepsilon \leq \frac{M - 1}{M}; \\ 0, & \text{если } \varepsilon > \frac{M - 1}{M}. \end{cases}$$

При $\varepsilon=0$ функция H_ε принимает максимальное значение, равное $\log M$, совпадающее с обычной энтропией любой из случайных величин ξ_k и, монотонно убывая с ростом ξ , обращается в 0 при $\varepsilon = \frac{M - 1}{M}$.

Для дискретной стационарной гауссовской оценки $\xi = (\xi_1, \xi_2, \dots)$ при среднеквадратичном критерии точности $\sup M(\varepsilon_k - \bar{\varepsilon}_k)^2 \leq \varepsilon$ *эпсилон-энтропия*

$$H_\varepsilon(\xi) = \frac{1}{2} \int_{-1/2}^{1/2} \log \max(\mu, f_\varepsilon(\lambda), 1) d\lambda, \quad (5.3)$$

где $f_\varepsilon(\lambda)$ — спектральная плотность стационарной гауссовской последовательности $\xi = (\xi_1, \xi_2, \dots)$; μ — решение уравнения.

Для формирования оценки качества подготовки в числовом примере приняты результаты профессиональной подготовки специалистов блочных щитов управления энергопроизводящих предприятий атомной энергетики.

Система спецификаций учебных материалов обеспечивает проектирование учебного процесса с требуемым уровнем квалификации работников. Процесс обучения, его результативность и качество организации, может быть рассмотрен с позиций вероятностного подхода. Необходимо учесть, что учебно-тренировочный процесс является детер-

минированным процессом, если четко определены способы и средства его проведения, сформирована шкала результатов и квалификационной оценки этих результатов. При этом в квалификационных требованиях достаточно четко прописан порядок формирования квалификационной оценки результатов и степени готовности работников к выполнению профессионально-ориентированных функций, обязанностей на выделенном рабочем месте, даже в случае, если на рабочее место приходит специалист, не имеющий рабочего стажа и не владеющий навыками выполнения производственных операций на выделенном рабочем месте.

Вместе с тем, результат выполнения профессионально-ориентированных функций на конкретном рабочем месте, наряду со знаниями и навыками, полученными в процессе профессиональной подготовки в период обучения, зависит от целого ряда факторов. Абсолютное численное значение влияния этих факторов на уровень подготовленности, а следовательно, оценку качества образовательного процесса, не всегда может быть определено с точностью, требуемой для принятия решения о квалификации специалиста.

Поэтому результат обучения, профессиональной подготовки, как характеристика качества образовательного процесса и отдельных его элементов организации и проведения может быть оценен как вероятностный параметр.

В работе для оценки качества подготовки специалистов предлагается модель, графическая иллюстрация образовательного процесса в соответствии с представленной моделью приведена на рис. 5.1, где два ключевых параметра связаны функциональной зависимостью вида $P=P(S)$. P — показатель качества образовательного процесса либо выделенного вида учебного занятия, характеризующий способность обучаемого выполнять профессионально-ориентированные функции в результате подготовки. Значение параметра P должно оказываться в некоторой зоне значений ΔP . S — численное значение образовательного усилия, при-

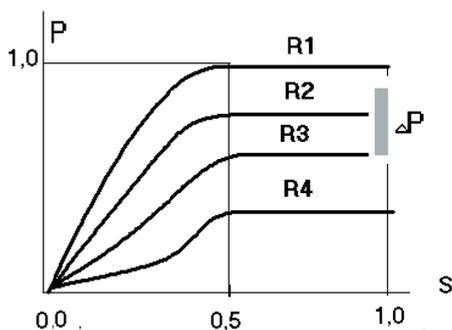


Рис. 5.1. Иллюстрация образовательного процесса

лагаемого по отношению к обучаемому со стороны образовательной среды. Факторы, оказывающие влияние на результат воздействия образовательного усилия, процесс изменения показателя P делают процесс оценки вероятностным (стохастическим) и в ряде случаев могут привести к отрицательному результату.

Таким образом, планирование учебного расписания и графика учебных занятий по желаемому результату не является детерминированным, так как результат занятий может быть спрогнозирован с неопределенностью, зависящей от различных факторов, таких, как качество (состояние) средств воздействия образовательных усилий, от способностей обучения и состояния объекта процесса образования.

В ряде разделов науки, в частности — в теории информации, и при оценке состояния термодинамических систем, используется показатель неопределенности — энтропия, численное значение которой является мерой неопределенности. Такой подход может быть принят и для оценки показателя качества образовательного процесса и эффективности элементов организации этого процесса.

Энтропия в теории информации. В теории информации понятие энтропия появилось благодаря работам известного математика К.Э. Шеннона, который рассматривал энтропию, как меру неопределенности случайной величины.

Если задано некоторое конечное число символов $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ — значений случайной величины ξ (сообщений) с распределенной вероятностью (P_1, P_2, \dots, P_n) , то энтропия ξ (или энтропия распределения P_i или энтропия стационарного источника сообщений ξ на символ) называется величина

$$H = -\sum_{i=1}^n p_i \log p_i. \quad (5.4)$$

При этом основание логарифма определяет единицу измерения величины H . В теории информации принята единица — *бит*, соответствующая величине H при $n=2$ и $p_1=p_2=1/2$ (равновероятностный выбор из двух символов), что соответствует основанию логарифма, равного 2 (в выражении (5.1)). В случае $n=2$ энтропия

$$H(\xi) = H(P, 1-p) = -p \log p - (1-p) \cdot \log(1-p),$$

где p — вероятность одного из двух значений случайной величины ξ .

При двухуровневой системе определения квалификационной оценки в профессиональной подготовке специалистов значение оценки

формируется на основании анализа числовых показателей результатов, достигнутых обучаемым в выделенных сеансах контроля. При работе с определенными учебными программами, где реализован тест-контроль и регистрируются результаты контроля в системе организации образовательного процесса.

Образовательная траектория. Для организации оценки показателей и характеристик образовательной траектории рассмотрим результаты «доквалификации» работников блочных щитов управления, проведенной в учебно-тренировочном подразделении энергопроизводящей организации. Цикл обучения включал 4 этапа, для каждого из которых предусмотрен отдельный вид занятий (табл. 5.1).

Т а б л и ц а 5.1

Пример организации образовательной траектории

Этап	0–1	1–2	2–3	3–4
Вид занятия	Лекция	СЗРП	ЛТ	ПМТ
Результат	15	30	25	30
Вероятность	0–15	15–45	45–70	70–100
Оценка вероятности	0,15	0,45	0,70	1,00
Логарифм оценки	-0,410544839	-0,518401392	-0,360201221	0
Энтропия	0,410544839	0,928946231	0,878602613	0,360201221

Графическая интерпретация результатов представлена на рис. 5.2

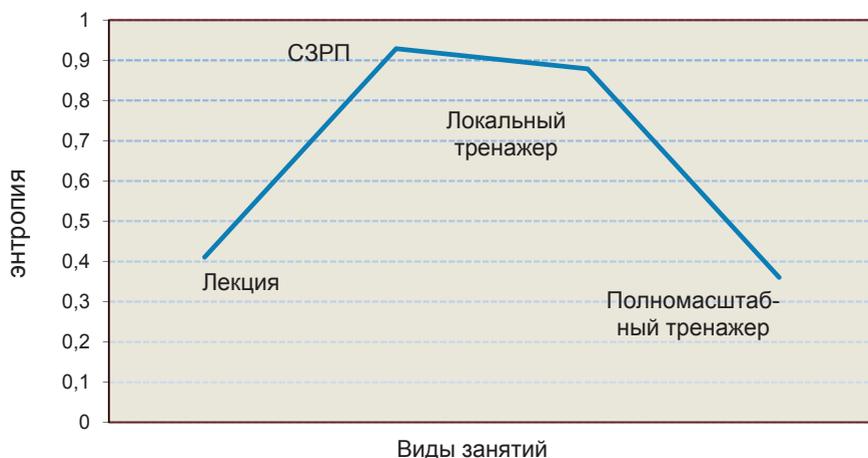


Рис. 5.2. Пример образовательной траектории (расчет энтропии)

Как следует из представленных результатов, процесс профессиональной подготовки, как процесс обучения, может быть рассмотрен как управляемый с заданной целью управления. Например, требуемое качество подготовки, и при известных характеристиках эффективности (параметры, характеризующие отдельные виды организации учебных занятий) выбранных средств и способов управления.

Полученные оценки могут использоваться для обеспечения прогноза результата образовательного процесса при проектировании и оптимизации расписания учебных занятий, с учетом эффективности применения выбранных средств обучения в аналогичных образовательных циклах по программам профессиональной подготовки, как показано в исследованиях, проведенных автором и представленных в работах [77–95].

Математическая модель формирования результата подготовки, как прогнозируемого значения представляет собой многопараметрическую зависимость [95, 97]. Для определения численного значения планируемого результата в выражение модели необходимо подставить соответствующие значения параметров. Математическая модель может быть использована для определения численного значения тех или иных параметров образовательных усилий, которые необходимо приложить к объекту образовательных усилий для достижения требуемого результата обучения качества подготовки. Алгоритм оценки результатов текущего контроля представлен на рис. 5.3.

Для оценки результатов подготовки математическая модель должна быть настроена по результатам контроля, полученным в предшеству-



Рис. 5.3. Схема оценки результатов текущего контроля

ющих циклах занятий по аналогичным программам обучения или родственных специальностям профессиональной подготовки. Процесс настройки заключается в формировании характеристик модели с учетом результатов статистической обработки доступных данных по качеству обучения или подготовки.

Для формирования результатов подготовки по текущим результатам в модели системы оценки должны быть представлены значения факторов организации обучения специалистов и персональные данные по каждому обучаемому, зафиксированные в регистрационной базе.

Интегральные результаты подготовки передаются в соответствующие протоколы и базы результатов обучения по утвержденному формату документационного обеспечения деятельности образовательной структуры.

Варьируя значения факторов можно осуществлять целенаправленное управление результатами обучения и, соответственно, качеством подготовки специалистов.

Управление образовательным процессом в любых его проявлениях означает не только разработку корректного научнообоснованного содержания образовательного контента, но и формирование сценариев учебных занятий, включая организацию предъявления учебного материала; навигацию по сценарию занятия; интеллектуализированную реакцию системы управления обучением и расписанием профессиональной подготовки; обеспечение реализации сценариев производственных ситуаций в регламентных условиях и в условиях нештатного протекания производственных процессов.

Применение компьютерных технологий в организации образовательного процесса в профессиональной подготовке обеспечивает повышение качества подготовки специалистов и снижение аварийности эксплуатации сложных технологических комплексах [129–131].

На этой основе построена система формирования сценариев профессиональной деятельности для группового обучения и индивидуализированной подготовки в соответствии с требованиями образовательных стандартов и с учетом персональных характеристик обучаемых и параметров среды обучения. Применение шкалы 0–100 % для определения результата подготовки обеспечивает достаточно точное определение численного значения результата с дискретностью, равной 1 %, и гибкость системы оценки результатов обучения. В каче-

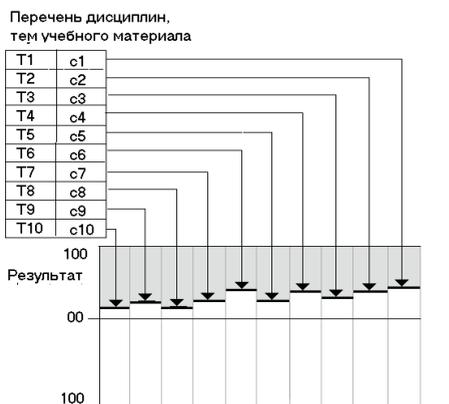


Рис. 5.4. Графическая интерпретация данных квалификационной оценки профессиональных компетенций специалиста

ка качества выполнения. Квалификационная оценка формируется на основании результата, достигнутого при контроле.

5.2. Организация учебного занятия

В соответствии с разработанной методикой проектирования ПИК учебные материалы, предусматриваемые для выделенного учебного занятия, локализованы в виде отдельных структур данных — файлов. Система управления учебным занятием обеспечивает контроль качества ответов обучаемого в блоках контроля, последовательность предъявления учебных материалов, формирование решения на продолжение учебного занятия. В системе организации управления в учебном занятии может быть осуществлен переход на фрагмент учебного модуля, следующий за текущим фрагментом в соответствии со сценарием учебного занятия. Система управления занятием содержит функциональные блоки программ, обеспечивающих запуск отдельных фрагментов учебного сценария и включение элементов и фрагментов в сценарий учебных занятий.

Оценка текущей квалификации оказывается необходимой и в случае, когда требуется организовать переподготовку специалиста для работы по смежным квалификациям или переквалификацию.

стве модели системы исходных данных для оценки уровня квалификации специалиста используется табличная структура регистрации учебных вопросов и картотека результатов. Графическая интерпретация параметров информационной модели представлена на рис.5.4.

Для оценки качества образовательного процесса могут быть использованы результаты контрольных испытаний, выполненные по традиционным методикам, когда испытуемым предъявляются контрольные задания, и проводится проверка

Двухуровневый алгоритм квалификационной оценки результатов обучения. Качество профессиональной подготовки специалистов и деятельности образовательной структуры в целом может быть оценена по результатам, которые обучаемые проявили в процессе выполнения заданий в системах компьютерной поддержки образовательного процесса. При условии, что в компьютерных средствах обучения были реализованы алгоритмы определения результатов выполнения контрольных заданий и формирования на основе этих результатов квалификационных оценок качества обучения, если в вычислительных алгоритмах оценки представлены показатели и индикаторные значения показателей качества подготовки. Такой подход обеспечивает возможность проведения квалификационных испытаний работников предприятий и формирования расписания занятий по выполнению требований к качеству профессиональной подготовки и оценки результативности системы поддержания квалификации в режиме компьютерного сопровождения образовательного процесса.

Для контроля и управления в компьютерных технологиях предусматриваются решения на программном и техническом уровнях организации. В качестве программных, а точнее программно-интерфейсных решений в практике компьютерного сопровождения учебного процесса используются различные способы организации контроля и управления. Среди основных способов следует назвать: меню (выбор одного из многих); состояние (выбор многих из многих); текст (набор символов); число; соответствие (указание принадлежности); последовательность команд; траектория.

Кроме способов организации контроля и управления, представленных выше, в компьютерном сопровождении могут применяться такие способы управления, как расчет интегрального результата на выделенной области учебного материала и принятие решения по оценке результата, а также — директивные указания системы управления учебным занятием, включая:

- задолженность по указанному разделу учебного материала;
- сроки контроля по указанным разделам (зачеты, экзамены);
- директивные команды на основании распорядительных документов;
- указание административного звена управления учебным процессом и преподавателей (тьюторов).

Важным элементом системы управления является система регистрации протоколов занятий и формирования документов в виде твердой копии.

Организация контроля и управления. Перечень технических средств, следует признать, весьма ограничен — клавиатура, мышь или устройство ее заменяющее. Директивный ввод команд может быть осуществлен с клавиатуры в выделенные (указанные) окна на экране (активные окна) и с помощью мыши. Во втором случае на экране производится разметка активных областей (объектов), указание на которые принимается как ответ или команда управления. В программном обеспечении применяется формирование команд по совокупности условий или по состоянию некоторой математической модели ММ:

$$X_{\text{ММ}} = \begin{cases} 0 \rightarrow \text{команда 1;} \\ 1 \rightarrow \text{команда 2.} \end{cases}$$

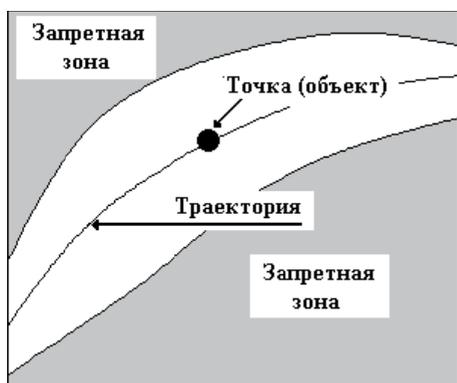


Рис. 5.5. Организация контроля по определенной области

Существуют более сложные формы организации контроля, например, в компьютерных тренажерах, когда некоторую изображающую точку следует «провести» по выделенной (указанной) области (рис. 5.5) или траектории. В данном случае в математической модели должны быть представлены описания зон (допустимая, запретная) и определены команды в зависимости от местоположения изображающей точки. Собственно, контроль знаний отличается от

управления (навигации) тем, что в первом случае действия обучаемого должны быть оценены (сформирован результат действий), а во втором случае результат не оценивается.

Пример организационного управления (навигации). Рассмотрим алгоритм организации управления (навигации), реализованной в формате программно-инструментального комплекса УРОК. В качестве примера выберем организацию переходов по разделам. Предположим, что в кадре №1 представлены три раздела (три области), при указании на которые будет произведен переход на определенные (заданные) кадры (рис. 5.6).

При контроле знаний в текущем кадре должен быть сформирован результат. Вес результата определяет автор учебного модуля. Для примера выберем схему, управления с учетом частных результатов (рис. 5.7). Схемы отличаются блоками оценки текущего результата. При этом результат оценивается в норме 0–100.

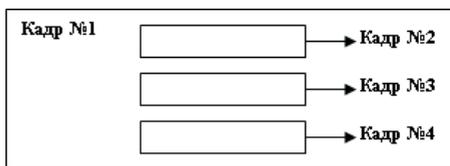


Рис. 5.6. Схема переходов

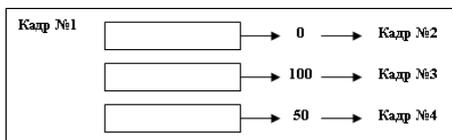


Рис. 5.7.Схема организации контроля в кадре

Результат и квалификационная оценка. При определении качества подготовки практически во всех образовательных структурах основой квалификационной оценки является результат, достигнутый слушателем в ходе контроля знаний, умений и навыков. В

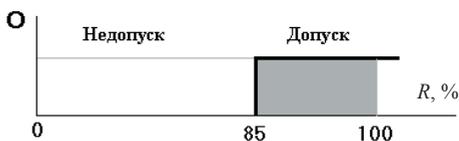


Рис. 5.8. Уровень результата обучения

отраслевых, корпоративных структурах квалификационная оценка является свидетельством (подтверждением) того, что работник может быть допущен к выполнению производственных обязанностей. Чаще всего уровень знаний определяется в процентах, например – 85 % (рис. 5.8).

Причем значение R является результатом контроля качества выполнения определенного перечня штатных производственных операций.

В зависимости от численных значений пределов изменения квалификационной оценки (R_3, R_4, R_5) система контроля может быть более или менее «жесткой» (рис. 5.9).

В первом случае квалификационный уровень составляет 25%, а во

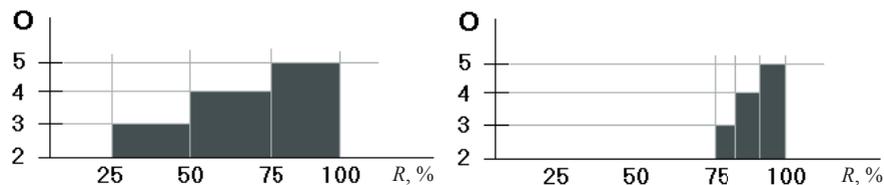


Рис. 5.9. «Мягкая» и «Жесткая» системы контроля

втором — 75%. Выбор квалификационного уровня в образовательной структуре определяется уровнем требований к качеству знаний и навыков.

Универсальная шкала результата и норма оценки. Как было показано выше, оценка формируется на основе численного значения результата. В данном подходе оценка является некоторым показателем интерпретации определенного результата (рис.5.10).



Рис. 5.10. Формирование оценки качества обучения

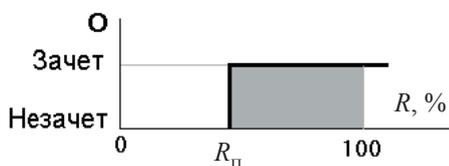


Рис. 5.11. Контроль по схеме «зачет-незачет»

Схема алгоритма интерпретатора может быть различной в зависимости от задачи контроля. В качестве примера на рис. 5.11. приведена схема оценки в виде «зачет/незачет». В схеме предусмотрена дуальная оценка в зависимости от достигнутого при контроле результата.

Во всех рассмотренных случаях оценка выступает как характеристика результата, поэтому алгоритм формирования квалификационной оценки

включает два этапа. На первом этапе должен быть определен результат, а на втором — квалификационная оценка результата.

Для обеспечения универсального алгоритма оценки, результат должен быть представлен в единой согласованной шкале, не зависимо от типа и способа организации контроля. В качестве согласованной шкалы в программно-инструментальном комплексе УРОК применена шкала 0–100, где «0» — означает абсолютно неверный ответ (совокупность ответов), а «100» — абсолютно верный ответ (совокупность ответов).

Собственно результат может принимать любые значения из диапазона 0 100. Практика организации системы контроля и аттестации работников в различных отраслевых образовательных структурах показала, что такой подход является оптимальным и позволяет обеспечить предметно-независимую оценку качества подготовки. При этом интерпретатор может быть настроен на любую норму оценки – дуальную («0/1», «зачет/незачет», «годен/негоден») и более сложную, как показано на рис. 5.12.

Собственно норма оценки может быть задана как по возрастанию численного значения результата, так и по убыванию (как принято, например, во Франции – рис. 5.13).

Естественным требованием при организации контроля является обеспечение приведения текущего результата контроля к норме 0–100. В системе организации контроля в комплексе УРОК эта операция выполняется в автоматизированном режиме.

Формирование текущего результата R. В практике автоматизированного контроля применяются различные алгоритмы формирования результата:

$$\text{как сумма баллов: } R = \sum_{i=1}^n r_i;$$

$$\text{как разность между максимально возможным результатом и суммой штрафных баллов } R = R_{\max} - \sum_{i=1}^n \bar{r}_i.$$

Алгоритм формирования результата контроля имеет вид:

$$R = \frac{\sum w_i r_i f_i(t)}{\sum w_i}.$$

Функция $f_i(t)$ задается выбором ее в перечне. После указания вида функции $f_i(t)$ необходимо задать численные значения параметров выбранной функции. Например, для функции $f_2(t)$, следует задать зна-



Рис.5.12. Панель расчета итоговой оценки результата проведенного контроля

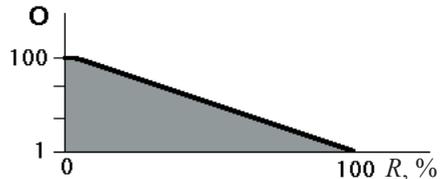
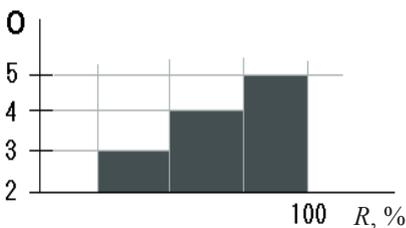


Рис. 5.13. Пример оценки по возрастанию значения результата

чение t_1 . По окончании указанного периода (в секундах) любой ответ будет принят как «0». Более того, на экран будет выведен транспарант о превышении времени формирования и ввода ответа.

Для более сложных функций $f_i(t)$ следует ввести большее количество параметров. Например, для функции $f_4(t)$ следует ввести численные значения порогов изменения оценки t_1, t_2, t_3 , и значения функции $f(t) - f_1(t)$ и $f_2(t)$ в относительных единицах.

Обобщенный вид формата текущего результата. Выше были представлены различные алгоритмы формирования текущего результата контроля. В практике организации контроля знаний применяются разные подходы при формировании результата. Как правило, в основу алгоритма вычисления результата полагаются два: 1) «поощрительный»; 2) «наказательный».

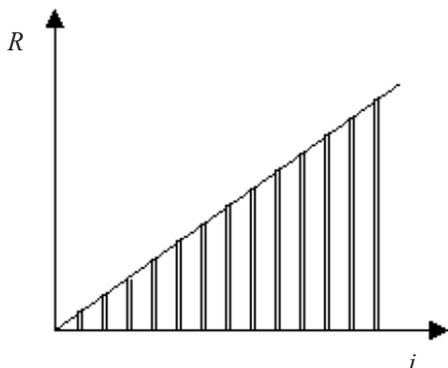


Рис. 5.14. Зона результатов текущего контроля по «поощрительной» схеме

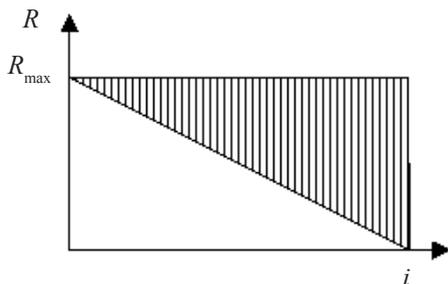


Рис. 5.15. Зона результатов текущего контроля по «наказательной» схеме

В первом случае результат формируется нарастающим итогом — «поощрить – не поощрить». При этом алгоритм формирования результата может быть представлен выражением:

$$R = \sum r_i, \quad (5.5)$$

где r_i — частный результат в i -м фрагменте контроля.

На рис. 5.14 представлена зона результатов текущего контроля.

Во втором случае результат формируется как разность между начальным (или максимальным) результатом и суммой штрафных баллов:

$$R = R_{\max} - \sum \bar{r}_i, \quad (5.6)$$

где \bar{r}_i — штрафной балл на i -м шаге контроля.

На рис. 5.15 представлена зона результатов текущего контроля.

При реализации обобщенного выражения для формирования текущего результата следует принимать во внимание как *поощрительный*, так и *наказательный* принципы формирования результата.

С учетом представленных замечаний универсальный алгоритм формирования текущего результата может быть задан в виде выражения:

$$R = k_0 R_{\max} + k_1 \sum r_i + k_2 \sum \bar{r}_j, \quad (5.7)$$

где k_i — коэффициенты, принимающие значения 0 или 1 в зависимости от необходимости учета i -й составляющей выражения для определения текущего результата.

Выражение (5.5) или (5.6) могут быть получены из формулы (5.7), если значение коэффициентов k_0 , k_2 или k_1 принять или задать равными 0. Формирование алгоритма (задание значений коэффициентов k_i) осуществляется в системе автора при создании учебного модуля. Обучение можно представить, как процесс изменения характеристик объекта обучения (рис. 5.16) или изменение уровня подготовки в зависимости от образовательных усилий, прилагаемых со стороны образовательной среды, когда в результате воздействия характеристика объекта P изменяет свое значение. Как следует из графика «образовательные усилия» $\Delta S = S_2 - S_1$, приводят к изменению показателя P на величину $\Delta P = P_2 - P_1$. Темп или скорость изменения показателя P за счет «образовательного усилия» S в среднем могут быть определены как

$$v_p = \frac{\Delta P}{\Delta S} = \frac{P_2 - P_1}{S_2 - S_1}, \quad (5.8)$$

при этом мгновенное значение скорости изменения показателя P может быть получено как предельный переход в выражении (5.8) и будет равно

$$v_p = \frac{dP}{dS}.$$

Значение скорости v_p может быть принято как показатель эффективности выбранного средства обучения и системы организации учебного занятия.

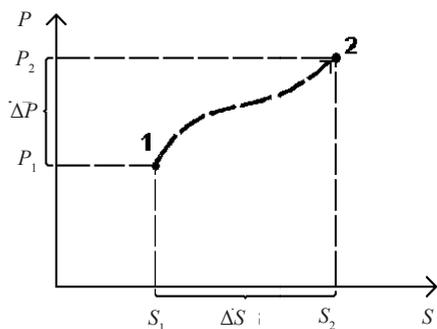


Рис. 5.16. Зависимость показателя качества подготовки от образовательного усилия

Применение выбранного средства в организации образовательного процесса гарантирует изменение показателя качества подготовки P в требуемом направлении (увеличение значения) на заранее известную (заданную) величину в соответствии с целеполаганием организации обучения по заданной учебной программе, с использованием выбранного средства обучения.

Скорость изменения показателя v_p зависит от ряда факторов, включая:

начальное значение показателя P_0 , способа организации «образовательного цикла»;

метода и вида организации учебного процесса M ;

продолжительность воздействия «образовательных усилий — учебная нагрузка, период воздействия» T ;

способность обучаемого к восприятию «образовательного усилия» (интеллектуальные способности) I ;

свойства среды, в которой организовано обучение — процесс профессиональной подготовки E ;

методику оценки показателя и «образовательного усилия»;

характеристики вычислительных алгоритмов и методов оценки L .

С учетом указанных факторов зависимость скорости изменения показателя P может быть записана в виде

$$v_p = v_p(P_0, M, I, E, L). \quad (5.9)$$

Таким образом, процесс изменения показателя P может быть представлен как управляемый и, кроме того, могут быть поставлены задачи оптимизации процесса изменения зависимости $P = P(S)$ по одному или нескольким факторам из перечня $F = F\{M, I, E, L\}$.

Управление образовательным процессом означает не только разработку научно-обоснованного содержания учебно-тренировочного контента, но также формирование, сопровождение и коррекцию сценариев учебных занятий, включая:

предъявление учебного материала;

навигацию по сценарию занятия;

интеллектуализированную реакцию системы управления обучением и расписанием профессиональной подготовки;

обеспечение реализации сценариев производственных ситуаций в регламентных условиях и в условиях нештатного протекания производственных процессов.

Структура организации управления знаниями представлена на рис. 5.17. Сопровождение учебных материалов осуществляется в инструментальной системе, в которой была проведена разработка сценария учебного занятия. Коррекция учебных материалов проводится по результатам эксплуатации программного изделия и данных, полученных в эксплуатации технологического

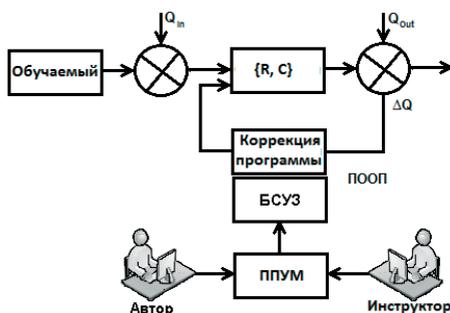


Рис. 5.17. Организация управления знаниями в образовательной системе

оборудования, которое является предметом изучения в программе подготовки специалистов. Для обеспечения коррекции учебных материалов инструментальная система (ППУМ) снабжена необходимыми функциональными блоками коррекции данных и редактирования информации.

Методика управления корпоративными знаниями включает формирование базы знаний, регистрацию квалификационных уровней качества профессиональных знаний, управление сценариями подготовки специалистов с учетом параметров средств обучения и характеристик обучаемых.

В процессе выполнения исследований основное внимание уделено задачам, решение которых являются актуальными проблемами и которые следует принимать во внимание при проектировании новых технологий в сфере образования. Недостаток результатов эффективных исследований в области стандартизации форматов данных и учебной информации и систем интерпретации параметров моделей, используемых для организации учебно-тренировочного процесса с применением компьютерных средств, сокращает возможности применения новых технологий.

5.3. Ситуационный тренажер

Программно-инструментальный комплекс должен удовлетворять перечню требований, включая функциональную полноту средств редактирования, прозрачность технологий проектирования учебных материалов, понятный, приемлемый интерфейс и доступные автоматизи-

зированные технологии разработки и сопровождения средств обучения. Именно эти положения должны полагаться в основу проектов инструментальных комплексов организации обучения и профессиональной подготовки специалистов.

В ряде отраслей хозяйства, связанных с эксплуатацией производств, отнесенных к категории опасных по технологическому циклу, в случае возникших нарушений функционирования назначается комиссия для проведения расследования причин возникновения ситуации. Если причиной ситуации оказывается недостаточная квалификация персонала, то в выводах комиссии указывается, специалисты каких категорий, рабочих мест и уровня квалификации должны пройти дополнительный контроль знаний по выделенной производственной ситуации.

Представляются соответствующие методические рекомендации по организации контроля по разделам знаний профессиональной деятельности. В такой постановке задача организации накопления знаний сводится к разработке соответствующих компьютерных средств обучения с привлечением к процессу проектирования сценариев учебных занятий квалифицированных работников предприятий, имеющих достаточный опыт производственной деятельности.

Одним из главных факторов, определяющих успешность профессионального обучения, является эффективность применяемого средства и способа организации учебного процесса и, в конечном итоге, — результативность производственной деятельности. Значения показателей эффективности могут быть получены в ходе статистической обработки результатов обучения и контроля квалификации, с учетом показателей профессиональной деятельности и иных факторов, включая условия проведения обучения, характеристики системы организации профессиональной подготовки, психофизиологических индивидуальных характеристик обучаемых.

Адаптация учебных материалов для применения в процессах контроля квалификации должна проводиться квалифицированными работниками на выделенных предприятиях с учетом особенностей и эксплуатационных характеристик технологического оборудования, установленного в производственных подразделениях корпораций.

Для организации этой деятельности необходимо разработать соответствующие нормативные и правовые документы, обеспечивающие применение методики контроля профессиональной квалификации

специалистов с применением накапливаемых корпоративных знаний с возможностью тиражирования учебных материалов для использования в условиях предприятий, родственных по профессиональной направленности.

Одним из способов организации учебно-тренировочных занятий в системах профессиональной подготовки является *ситуационный тренажер*, структура которого может включать различные способы организации контроля профессиональных качеств работников, в том числе тренировки с применением симуляторов и тренажерных комплексов с элементами реального оборудования. С точки зрения программно-инструментального подхода к организации образовательного процесса *ситуационные тренажеры* представляют собой технологии формирования и управления профессиональными знаниями в выделенной производственной сфере и оценки квалификации специалистов.

При квалификационной оценке профессиональной подготовленности специалиста с применением системы компьютерного сопровождения учебно-тренировочного процесса в основу организации образовательного процесса полагаются тренажерные задачи, в которых осуществляются контроль и оценка действий обучаемого в заданной ситуации и содержания решений и/или последовательности реализации мероприятий, направленных на выполнение производственного задания.

Система занятий в учебно-тренировочном процессе может быть представлена как последовательность заданий, предъявляемых обучаемому. При реализации учебно-тренировочного процесса в формате программно-инструментального комплекса могут быть представлены различные варианты (рис. 5.18).

В каждом из представленных вариантов заданий обучаемый должен указать в перечне соответствующие заданию кнопки («активные области») и ввести команду «Ответ готов». Следующим уровнем учебно-тренировочного процесса является оценка регламента дей-

The image shows a graphical user interface for a situational trainer. It consists of several rectangular boxes with text and buttons. At the top, there is a box for 'Description of the situation (sketch, video, audio, multimedia fragment, etc.)'. Below it is a box for 'Formulation of the question? (text of the question)'. In the center, there are four buttons labeled '1. Variant of answer 1', '2. Variant of answer 2', '3. Variant of answer 3', and '4. Variant of answer 4'. At the bottom right, there is a box containing the text 'Response ready !!' and a button labeled 'Button - pointer'.

Рис. 5.18. Вариант шаблона ситуационного тренажера

ствий (последовательность выполнения частных задач, действий, при выполнении задания в целом).

Структура фрагмента «ситуационный тренажер» в этом случае представляет собой последовательность шаблонов. В результате выполнения задания обучаемый должен получить соответствующую оценку — команда «Итог» на рис. 5.19.

Тренажер может быть настроен для обеспечения режима «Обучение». В случае некорректных указанных действий обучаемому должен быть представлен учебный материал, разъясняющий корректность выполнения действий со ссылкой на нормативные документы или инструкции по выполнению технологических операций.

Для организации учебного процесса принимаются учебные материалы, разработанные на основе анализа результатов практического опыта, накопленного ведущими специалистами предприятий, родственных по производственному циклу. Учебные материалы реализуются в виде сценариев учебных занятий, в которых находят отражение алгоритмы эксплуатации оборудования, представленные в регламентах и штатных расписаниях организации производства на выделенных рабочих местах.

При формировании структур учебных материалов и сценариев занятий по регламенту эксплуатации технологического оборудования необходимо учитывать особенности проведения операций и организации труда в реальных условиях эксплуатации.

Так, работа персонала эксплуатации основных цехов на энергопроизводящих предприятиях основана на системе нарядов выполнения

Этап 1					Поле для выбора информации по выполнению сценария учебного занятия
Перечень мероприятий 1 ▽					
Этап 2					
Перечень мероприятий 2 ▽					
Этап 3					
Перечень мероприятий 3 ▽					
..... ▽					
Этап №					
Перечень мероприятий N ▽					
Итог					
(Результат выполнения в соответствии со сценарием)					

Рис. 5.19. Структура фрагмента ситуационной задачи по регламенту

работ, в которых указывается перечень объектов контроля, маршрут перемещения по производственным помещениям и перечень операций по эксплуатации технологических объектов. Маршрут передвижения представлен как перечень точек контроля и временных интервалов выполнения операций. При выполнении процедур эксплуатации в каждой точке контроля производится соответствующая отметка о выполнении с регистрацией значений контролируемых параметров.

Подобный режим может быть реализован в формате программного комплекса, применяемого для организации компьютерного сопровождения образовательного процесса, где сценарий учебного занятия представлен в виде последовательности фрагментов в соответствии с перечнем контрольных точек, указанных в регламенте обслуживания технологической системы. В каждой точке контроля может быть включен аудио или видеоклип, микро-сценарий с элементами мультимедиа или динамический модуль, с возможностью управления параметрами технологических объектов производственного цикла.

При этом динамический модуль должен быть настроен на обеспечение режима тренировки, организованном в виде последовательности двух занятий, когда результаты выполнения первой части задания передаются в динамический модуль в начале второй части тренировки — для организации продолжения тренировочного занятия, инициированного в первой части выполнения задания. В этом случае в организации управления моделированием должны быть предусмотрены команды сброса данных в указанные файлы с заданной структурой данных и прием данных из указанных файлов, в структуры которых в первой части тренировочного занятия был проведен сброс промежуточных результатов тренировки.

Описание регистрации промежуточных результатов тренировочного процесса. При формировании динамического модуля автор имеет возможность организовать моделирование средствами, предусмотренными в самом динамическом модуле, включая формирование начальных условий моделирования и выбор параметров метода решения и характеристик регистрации результатов.

Результаты моделирования могут быть переданы во внешние структуры данных, например, как промежуточные результаты моделирования, для обеспечения их регистрации на внешних носителях информации с целью дальнейшего использования в следующих сеансах практического

выполнения заданий на учебно-тренировочное занятие. Кроме того, при выполнении задания результаты моделирования могут быть приняты из внешних программных модулей и систем, где осуществляется моделирование изучаемых процессов, явлений, событий и ситуаций.

Этот режим работы динамического модуля может быть использован, если результаты работы изучаемого объекта будут представлены в виде последовательностей значений контролируемых координат и характеристик модели в файлах, определенных как источник данных, и получаемых из эксперимента с реальной аппаратурой и регистрирующими приборами.

Для обеспечения этого режима необходимо указать в разделе «Расчет» на панели «Параметры модуля» указатель «Внешний» (рис. 5.20). При этом на инструментальной панели требуется указать имя буферного файла, в котором записаны результаты работы внешней модели, устройства.

Для обеспечения сброса данных с результатами моделирования необходимо указать кнопку «СБРОС В ФАЙЛЫ». При этом на панели откроется дополнительное поле (рис. 5.21), где необходимо указать дополнительные данные для обеспечения регистрации информации о поведении контролируемой координаты. Имя файла необходимо ввести



Рис. 5.20. Часть панели Параметры модуля

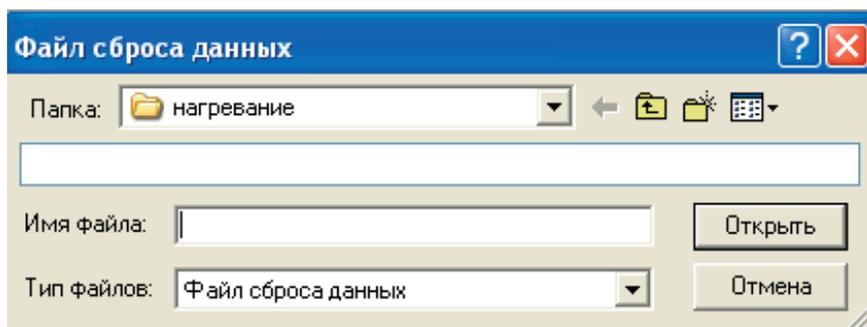


Рис. 5.21. Панель Сброс данных

с клавиатуры, а расширение имени будет присвоено файлу автоматически, как *.MDT.

Для обеспечения приема информации о параметрах и характеристиках моделирования, записанных во внешних структурах данных необходимо провести операции, аналогичные тем, которые были проведены при организации сброса данных. Имя файла, где содержатся данные необходимые для обеспечения работы динамического модуля в текущем занятии, указывается по команде «ПРИЕМ ИЗ ФАЙДОВ» на панели «параметры модуля».

В процессе учебного занятия осуществляется регистрация хода выполнения задания в виде протокола с указанием всех действий обучаемого и значений параметров, указанных в сценарии учебного занятия. Результаты выполнения учебного задания регистрируются по каждой части учебного материала.

Квалификационная оценка формируется по совокупности частных результатов, достигнутых на каждом этапе выполнения с учетом значений ключевых параметров, представленных в системе управления, в том числе — затрат времени на выполнение операций и численных значений характеристик качества выполнения заданий.

В результате проектирования отдельных фрагментов учебного материала, формируется библиотека учебных модулей. В учебных материалах находят отражение описания различных производственных ситуаций, с которыми приходилось сталкиваться квалифицированным работникам предприятия в процессе выполнения производственных заданий и которые не нашли места в учебных пособиях и инструктивной документации.

Результатом проведенных исследований является *методология разработки системы управления образовательным процессом в корпоративных образовательных структурах*, обеспечивающей восстановление роли педагога, инструктора, методиста, как главной фигуры процесса профессиональной подготовки работников предприятия.

Учебные материалы, представленные в компьютерных программах и записанные в структуры данных, могут быть перенесены и адаптированы в образовательных системах других предприятий, родственных по технологическому циклу производства, обеспечивая расширение базы знаний по предметной области производства.

Технология формирования баз данных, учебных материалов и

знаний, которая прошла апробацию на ведущих предприятиях отрасли, может быть передана на другие предприятия отрасли или на предприятия, аналогичные по категории и требованиям органов надзора за безопасной эксплуатацией промышленных объектов.

5.4. Оценка результатов обучения и организация управления качеством профессиональной подготовки работников предприятий

При организации системы оценки формируется шкала результатов текущего контроля и алгоритм интерпретации результата контроля в виде квалификационной оценки результата. Влияние факторов может быть учтено в алгоритмах статистической обработки результатов обучения, накопленных за определенный период наблюдения образовательного процесса — при формировании сценария профессиональной подготовки, расписания учебных занятий, или коррекции возможны два варианта.

Во-первых, для выполнения задачи целевой подготовки может быть разработан оригинальный учебный модуль и включен в штатную программу обучения, как дополнительный материал директивным указанием организатора учебного процесса.

Во-вторых, при оценке текущих результатов подготовленности может быть выявлен раздел знаний или умений, который должен быть восполнен для успешного достижения главной цели подготовки к выполнению профессионально - ориентированных задач на выделенных рабочих местах. Такой подход реализован при организации контроля в программно-инструментальном комплексе, где принята стандартная норма результата 0-100, на которую настраивается интерпретатор оценки. Это позволяет с достаточной точностью оценивать степень готовности персонала к выполнению профессионально-ориентированных функций и задач.

При формировании учебных планов, сценариев профессиональной подготовки, в соответствии с выбранной моделью принимаются во внимание:

перечень «частных сценариев», включенных в программу подготовки;

взаимосвязь учебных материалов, включенных в «частные сценарии»;

перечень способов организации образовательных усилий;
характеристики эффективности применения образовательных усилий на различных этапах образовательного процесса;

статистические данные по организации и результатам обучения в группах обучаемых, аналогичных по программам подготовки.

Для различных систем подготовки и поддержания квалификации персонала формируется уникальный перечень образовательных усилий $\{S\}$ — {лекции, аудиторные занятия, лабораторные практикумы, семинарские занятия, тренинги, коллоквиумы, самостоятельные занятия под руководством преподавателя, самоподготовка, учебно-тренировочные занятия}.

Разработана методика управления корпоративными знаниями, включая формирование базы знаний, регистрацию квалификационных уровней качества профессиональных знаний, управления сценариями подготовки специалистов, работников предприятия, с учетом параметров средств обучения и характеристик обучаемых.

5.5. Управление учебным занятием в системе профессиональной подготовки

В качестве модели системы исходных данных для оценки уровня квалификации специалиста используется табличная структура регистрации учебных вопросов и картотека результатов.

Расписание учебных занятий представляет собой последовательность тематических разделов учебного материала, построенную с учетом логики сценариев обучения и рабочего плана занятий, когда переход к следующему разделу предметной области осуществляется по окончании текущего с определенным результатом, прошедшим оценку в системе управления. Организацию учебного занятия можно представить в виде $\{In_j, C_j, R_j, Ou_j\}$, когда определены ресурсы R_j для проведения, где j — номер записи.

Задача управления образовательным процессом заключается в определении учебного модуля, который должен быть предъявлен обучаемому на текущем этапе подготовки в соответствии с требованием выполнения основной задачи, достижения заданного уровня знаний, умений, навыков, выраженного в числовом значении качества обучения, значение оценки не должно быть меньше индикаторного значения квалификационного уровня, то есть, начиная с верхнего уровня – уровня

дисциплин, тематических разделов учебного материала и завершая уровнем учебных вопросов.

Перечни контролируемых показателей качества обучения или профессиональной подготовки специалистов, а также значения индикаторов должны задаваться администраторами образовательного процесса в соответствии с требованиями образовательного стандарта или документов, регламентирующих качество подготовки, на основании которых осуществляется допуск работников к эксплуатации оборудования. Общественно принятым уровнем, принимаемым как достаточный в отечественной системе образования, в настоящее время является результат, равный 33 %. При этом оценка результата принимается как «Удовлетворительно», если не предъявлены дополнительные требования по качеству подготовки.

В такой постановке задачи управления учебной подготовкой специалистов расписание (перечень) учебных занятий представляет собой последовательность учебных модулей с заданными параметрами проведения, включая:

- продолжительность занятий по указанным дисциплинам программы подготовки;

- условия проведения занятий, квалификационные уровни усвоения, выходные характеристики качества обучения.

Для оценки качества образовательного процесса могут быть использованы результаты контрольных испытаний, выполненные по традиционным методикам, когда испытуемым предъявляются контрольные задания, и проводится проверка качества выполнения. Квалификационная оценка формируется на основании результата, достигнутого при контроле.

Сегодня признается очевидным, что управление обучением, образованием, поддержанием квалификации в условиях современного производства означает, в первую очередь, управление знаниями, накапливаемыми в процессе выполнения производственной деятельности, и реализуемыми в виде учебных материалов, предназначенных для профессиональной подготовки молодых работников и поддержания квалификации специалистов, имеющих определенный производственный стаж и опыт работы.

Управление обучением обеспечивает:

- формирование уведомлений участникам обучения;

организацию очного и дистанционного обучения;
разработку собственных и адаптацию существующих, приобретенных у сторонних компаний, учебных материалов;
обеспечение оптимального планирования учебных мероприятий;
проведение обучения;
осуществление анализа результатов обучения;
подготовку соответствующих документов по результатам обучения.

В соответствии с разработанной методикой проектирования ПИК учебные материалы, предусматриваемые для выделенного учебного занятия, локализованы в виде отдельных структур — файлов.

Система управления учебным занятием обеспечивает контроль качества ответов обучаемого в блоках контроля, последовательность предъявления учебных материалов, формирование решения на продолжение учебного занятия. Как правило, в составе кадра представлена его структура, конечное число педагогических объектов и реакции системы управления учебным занятием.

Реакция при указании на объект может быть локальной. В системе организации управления в учебном занятии может быть осуществлен переход на фрагмент учебного модуля, следующий за текущим фрагментом в соответствии со сценарием учебного занятия.

Оценка текущей квалификации оказывается необходимой и в случае, когда требуется организовать переподготовку специалиста для работы по смежным квалификациям или переквалификацию.

Если принять, что показатель качества профессиональной подготовки может быть представлен как зависимость от различных факторов, включая характеристики организации процесса подготовки, то процесс обучения может быть представлен как управляемый, в котором управляющим параметром является характеристика компьютерного средства обучения. Например, продолжительность учебного занятия в соответствии со сценарием учебного занятия или перечень квалификационных показателей качества выполнения заданий на учебное занятие. Качество обучения (профессиональной подготовки) фиксируются в результатах обучения и используются для формирования квалификационной оценки и управления.

Включение вычислительного блока, в котором осуществляется текущая оценка качества обучения в системе управления профессиональной подготовкой, обеспечивает целенаправленное изменение качества

обучения и профессиональной подготовки специалистов в выделенной образовательной структуре.

В качестве исходных данных для проектирования базы знаний и системы индикаторных уровней качества обучения могут приниматься данные из перечней характеристик учебных материалов, используемых для организации образовательного процесса по выделенным разделам учебного плана, с учетом требований образовательного стандарта и документов, регламентирующих содержание учебных материалов, включая квалификационные характеристики, представленные в требованиях по организации эксплуатации образцов технологического оборудования.

Разработана методика и технология организации управления профессиональными знаниями. При этом система управления включает характеристики программных модулей формирования базы знаний, регистрации квалификационных уровней качества профессиональных знаний, управления сценариями подготовки специалистов, работников предприятия, с учетом параметров средств обучения и характеристик обучаемых.

Для оценки показателей качества обучения предлагается метод определения квалификационной оценки по результатам анализа и контроля действий обучаемого. Вероятностная модель управления образовательным процессом при оценке квалификации и управлении образовательным процессом обеспечивает возможность учета различных факторов, оказывающих влияние на качество обучения и профессиональной подготовки.

Использование модели управления позволяет провести моделирование образовательного процесса и получить прогнозируемые оценки на основании предварительного анализа качества обучения на этапе принятия решения на продолжение цикла учебных занятий с применением данных и результатов, полученных в предшествующих циклах подготовки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В полученных результатах проведенных исследований содержится постановка и решение важной научной народно -хозяйственной проблемы – разработке методологии создания автоматизированной системы по управлению образовательным процессом, ориентированным на повышенные требования к навыкам управления технологическими процессами и действиям персонала в реальных производственных ситуациях.

В процессе выполнения исследований основное внимание уделено анализу задач, результаты выполнения которых необходимо учитывать для обеспечения разработки и внедрения новых технологий в сфере образования. К перечню существенных проблем следует отнести следующие:

отсутствие методического, инструментально - технологического и организационно-правового обеспечения проектирования и организации современных систем организации образовательного процесса и профессиональной подготовки специалистов, работников современных предприятий;

недостаток результативных исследований в области стандартизации форматов данных и учебной информации, систем интерпретации параметров моделей, принимаемых в организации образовательного процесса, сертификации применения компьютерных средств в учебном процессе сокращает возможности применения новых технологий в образовании и подготовке специалистов;

отсутствие методических рекомендаций по разработке и применению компьютерных средств обучения существенно сужает поле для инициативных и поисковых разработок современных информационных технологий для всех без исключения сфер народного хозяйства, включая образование, не зависимо от уровня организации (начальное, высшее, общее или специальное профессиональное) и отраслевой принадлежности образовательных структур и учреждений (государственных, специальных, корпоративных);

неопределенность показателей и отсутствие индикаторов нагрузки

при оценке затрат на производство компьютерных учебных программ и контроле деятельности преподавателей, методистов и операторов программно-инструментальных систем и комплексов не позволяет привлекать широкие круги квалифицированных педагогов и профессионально подготовленных работников и специалистов к участию в творческом процессе создания и сопровождения в процессе эксплуатации программных продуктов учебного назначения.

Для разрешения выявленных противоречий в данной работе предлагается ряд методов, алгоритмов, форматов учебных материалов и технологических стратегий, составляющих методологию проектирования современных компьютерных средств обучения.

1. Функциональная структура корпоративной автоматизированной обучающей системы формирования профессиональных компетенций подготовки и переподготовки работников, обладающая функциональной полнотой и возможностью модернизации и расширения перечней доступных операций на основе соответствующих функциональных редакторов. В Проекте функциональной структуры программно-инструментального комплекса для разработки учебных модулей (сценариев учебных занятий) и сопровождения учебного процесса в организациях профессиональной подготовки специалистов в структуру системы разработки и сопровождения учебных материалов и сценариев учебных занятий предлагается включить *автоматизированные алгоритмы проектирования учебных заданий*, алгоритмы определения результатов, квалификационных оценок и профессиональных качеств специалистов, обеспечивающие адаптивные технологии компьютерного сопровождения образовательного процесса.

2. Оригинальная методика и технология формирования сценариев учебных занятий в системах профессиональной подготовки специалистов. Логическая структура спецификаций разделов учебных материалов обеспечивает автоматизированные способы проектирования сценариев учебных занятий с учетом системы приоритетов прерывания штатной программы обучения.

3. Модель оценки качества результатов учебного процесса и организация автоматизированного управления сценарием учебного занятия, которая позволяет прогнозировать результаты по выделенной программе обучения и оценивать качество образования. В модели оценки учитываются различные факторы, значения которых могут быть положены в

основу настройки системы управления процессом обучения.

4. Автоматизированные алгоритмы проектирования программных модулей для образовательного процесса. В основу автоматизации проектирования полагаются наборы стандартизованных технологических операций, приемов и элементов, реализованных в формате технологической системы управления проектированием.

Для обеспечения требуемых показателей качества моделирования сцена-риев производственных ситуаций разработаны вычислительные алгоритмы, методика и технология коррекции параметров математических моделей, включая значения параметров и характеристик математических моделей и начальных условий для моделирования с учетом заданных критериев. Коррекция параметров математических имитационных моделей обеспечивает возможность адаптации имитаторов по результатам контрольных испытаний реальных технологических объектов и систем управления.

Универсальные алгоритмы проектирования и сопровождения математических моделей технологических объектов и систем управления производственными процессами обеспечивают требуемые показатели точности воспроизведения координат математических моделей, принимаемых в качестве основы имитаторов в системе организации тренажерной подготовки. Форматы учебных материалов и технологических операций проектирования сценариев учебных занятий обеспечивают логически обоснованные технологии проектирования и управления учебными занятиями.

Разработана методика управления знаниями, включая формирование базы знаний, регистрации квалификационных уровней качества профессиональных знаний, управление сценариями подготовки специалистов, работников предприятия, с учетом параметров средств обучения и характеристик обучаемых. Для формирования управления принимаются результаты обучения, зарегистрированные на предшествующих циклах обучения с учетом требований к качеству профессиональной готовности специалистов, отраженных в соответствующих распорядительных документах и регламентах эксплуатации оборудования.

Перечень показателей для формирования уровня компетенций подготовки специалистов и способы определения качества обучения. Показатели качества включают описания способов организации контроля знаний и умений, требующих проявления творческих способностей обучаемых.

Результаты исследований, полученные в работе, могут быть полезны при формировании системы стандартов на программное обеспечение учебного назначения, включая форматы данных, используемых качестве учебных материалов, методы и способы интерпретации результатов функционирования технологических программных систем и комплексов, алгоритмов и показателей оценки результатов деятельности, формирования математических моделей, параметрического синтеза и настройки имитаторов процессов, событий, явлений окружающего мира.

Технология организации образовательного процесса может быть рекомендована для проектов образовательных систем, проведения мероприятий поддержания профессиональной квалификации работников предприятий и компаний реального сектора экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Агафонов А.Н., Горбунов С.В., Жучков В.И., Князева М.Д.* Трапезников С.Н. Концепция программно-инструментальной системы для обеспечения компьютерного сопровождения учебного процесса. / Сб. Программно-инструментальные системы моделирования. – М.: ГАИН, 1999. –С. 6–12.
2. *Агафонов А.Н., Князева М.Д., Тавобиллов Д.И., Трапезников С.Н.* Инструментальная система для обеспечения математического моделирования тренажерных задач. / Сб. Программно - инструментальные системы моделирования. –М.: ГАИН, 1999. –С. 18–26.
3. *Андреев А.А.* Дидактические основы дистанционного обучения: [electronicresource]. – modeofaccess: <http://www.iet.mesi.ru/br/ogl-b.htm>.
4. *Андреев А.А.* Определимся в понятиях // Высшее образование в России. – 1998. – № 4. – С. 44–48.
5. *Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В.* Вычислительные методы для инженеров: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1994. – 543 с.
6. *Арнольд В.И.* Теория катастроф. – М.: МГУ, 1983.
7. *Архипова Е.Н., Богачев О.А., Кудинов В.В., Магид С.И.* Тренажеры для подготовки персонала современных энергопотребляющих предприятий // Автоматизация в промышленности. – 2008. – №7.
8. *Бабанский, Ю.К.* Проблема повышения эффективности педагогических исследований: (Дидактический аспект) – М.: Педагогика, 1982. – 192 с.
9. *Бабанский Ю.К.* Оптимизация процесса обучения (Общедидактический аспект). – М.: Педагогика, 1977. – 256 с.
10. *Байденов В.И.* Компетентностный подход к проектированию государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (методологические и методические вопросы). – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2005. – 114 с.
11. *Башмаков А.И.* Принципы и технологические основы создания открытых информационно-образовательных сред. :ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика». – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2010. – 719 с.

12. *Бем-Баверк Е.* Основы теории ценности хозяйственных благ. – Л.: Прибой, 1929. – 129 с.
13. *Беспалько В.П.* Теория учебника: Дидактический аспект. – М.: Педагогика, 1988. – 160 с.
14. *Беспалько В.П.* Методические рекомендации по программированному обучению. – М.: Республиканский методический кабинет. 1966. – 233 с.
15. *Бежанова М.М.* Компьютерные образовательные программы. Обзор инструментальных средств // Системная информатика. Проблемы архитектуры анализа и разработки программных систем. Сб. науч. тр. Вып.6. – Новосибирск: Наука, 1998. – С. 174–198.
16. *Блауберг И.В., Садовский В.Н., Юдин Э.Г.* Философский принцип системности и системный подход // Вопросы философии. – 1978. – № 8. – С. 29–52.
17. *Боднер В.А.* Системы управления летательными аппаратами. – М.: Машиностроение, 1973. – 506 с.
18. *Боднер В.А.* Теория автоматического управления полетом. – М.: Наука, 1964. – 698 с.
19. *Боднер В.А.* Приборы первичной информации: Учебник для авиационных ВУЗов. – М.: Машиностроение, 1981. – 344 с.
20. *Боднер В. А.* Авиационные приборы: Учебник для авиационных вузов. – М.: Машиностроение, 1969. – 469 с.
21. *Боднер В.А.* Измерительные приборы. – М.: Машиностроение. – 1986. – 616 с.
22. *Болотов В. А., Сериков В. В.* Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе // Педагогика. – 2003. – №10. – С.8–14.
23. *Борисова Н.Н.* От традиционного через модульное к дистанционному образованию. – Домодедово: ВИПК МВД России, 1999. – 174 с.
24. *Бочкова Р.В., Киселев Г.М.* ЭВМ в учебном процессе: учеб. пособие. – Саранск: Морд.кн.изд., 1997. – 240 с.
25. *Бусленко Н.П.* Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978. – 399 с.
26. *Валентинов В.В., Князева М.Д., Трапезников С.Н.* Образовательный процесс в режиме компьютерного сопровождения // Качество дистанционного образования. Концепции, проблемы. Тезисы докладов. – М.: МИМ ЛИНК, 2003. – С.101–104.

27. *Васильев В.Н., Парфенов В.Г., Столяр С.Е.* Технология лекционного процесса, или сокращая «дистанцию» между дистанционным и очным обучением // Сб. статей «Современные образовательные технологии», С-Пб, 2001.

28. *Вербицкий А.А.* Психолого-педагогические особенности образования взрослых: контекстный подход // Новые знания. – 2001. – №1. – С. 34–40.

29. *Вознюк В.Е.* Структурная модель учебной презентации // Образование и общество. – 2007. – № 3. – С.43–45.

30. *Вознюк Е.В.* Влияние компьютерных средств обучения на усвоение учебной информации // Образование и общество. – 2008. – №6. – С.59–62.

31. *Волкова В.Н., Денисов А.А.* Основы теории систем и системного анализа. – СПб.: СПбГТУ, 1997.

32. *Вукобратович М., Стокич Д., Кирчански Н.* Неадаптивное и адаптивное управление манипуляционными роботами / Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 376 с.

33. *Выготский Л.С.* Педагогическая психология. – М.: АСТ, 2008. – 671 с.

34. *Гаврилов М.А.* Состояние и задачи телемеханизации управления производственными процессами // Автоматизация производственных процес-сов. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – С. 441–468.

35. *Гальперин Я.П.* Психология как объективная наука (Психологи России). – М.:МПСИ: НПО "МОДЭК", 2003. – 480 с.

36. *Гершунский Б.С.* Компьютеризация в сфере образования: проблемы и перспективы. – М.: Педагогика, 1999. – 264 с.

37. *Гилмор Р.* Прикладная теория катастроф. В 2-х кн. – М.: Мир, 1984. – Т.1. – 350 с.

38. *Гинецинский В.И.* Основы теоретической педагогики: Учеб. Пособие. Спб.: С.-ПБУ, 1992. – 154 с.

39. *Гинецинский В.И.* Знание как категория педагогики: Опыт педагогической когнитологии. – Л.: Ленинград. гос. ун-т, 1989. – 144 с.

40. *Гинецинский В.И.* Предмет психологии: дидактический аспект: пособие для преподавателей. – М.: Логос, 1994. – 213 с.

41. *Голенков В.В.* и др. Интеллектуальные обучающие системы и виртуальные учебные организации. – Минск.: БГУИР, 2001. – 488 с.

42. *Грабауров В.А., Узунов В.Д., Москалев В.Г.* Состояние и перспективы развития дистанционного обучения в МИТСО // Информационные технологии в науке, образовании, бизнесе: Сб. материалов междунар. конф., Минск, 24–25 июня 1999 г. – Мн., 1999. – С. 42–44.

43. *Гребенюк В.А., Катасонов А.А.* Учебный процесс и контроль знаний в системе виртуального образования // Открытое образование. – 1999. – № 1. – С. 67–73.

44. *Гринберг А.С., Маркварде Ю.М.* Информационные технологии обучения и квалиметрии на рынке управления. – Минск.: Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 1997. – 81 с.

45. *Грон Д.* Методы идентификации систем: Перевод с англ. – М.: Мир, 1979. – 302с.

46. *Давыдов В.В.* Учебная деятельность: состояние и проблемы исследования // Вопросы психологии. –1991.– №6.

47. *Давыдов В.В.* Теория развивающего обучения: монография. –М.: ИНТОР, 1996.– 544 с.

48. *Данилов М.А.* Педагогический процесс и его диалектика // Советская педагогика. – 1970. – № 7. – С.101–108.

49. *Данилов М.А.* Умственное воспитание // Советская педагогика. – 1964. –№ 12.

50. *Дейч А.М.* Методы идентификации динамических объектов. – М.: Энергия, 1979. – 240 с.

51. *Дозорцев В.М.* Компьютерные тренажеры для обучения операторов технологических процессов. – М.: Синтег, 2009.

52. *Дозорцев В.М.* Особенности выбора компьютерного тренажера для обучения операторов ТП // Автоматизация в промышленности.– 2010. –№4.

53. *Желвакович С.С., Зорин В.В., Трапезников С.Н.* Автоматизированный контроль в системах сопровождения профессиональной квалификации. // Дополнительное профессиональное образование. –2007. –№1(51) – С.25–28.

54. *Жуков О.Д.* Программное обеспечение мультимедийных систем обучения и диагностики знаний. – М.: Радио и связь, 2003. – 432 с.

55. *Закиров Р.Ш.* Теория организации: учеб. пособие Челябинск, Челяб. гос. ун-т, 2007. – 183 с.

56. *Закиров Р.Ш.* Авиационные тренажеры. – М.: Машиностроение, 1981. – 192 с.

57. *Занков Л.В.* Обучение и развитие (экспериментально-педагогическое исследование). – М.: Педагогика, 1990.

58. *Зеневич А.М., Комличенко В.Н., Морозевич А.Н.* Дистанционное обучение: классификация, проблемы внедрения // Информатизация образования. – 2002. – № 1. – С. 3–24.

59. *Зимняя И.А.* Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. Авторская версия. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004.

60. *Зимняя И.А.* Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования // Высшее образование сегодня. – 2003. – № 5.

61. *Иванников А.Д., Кулагин В.П., Мордвинов В.А., Найханова Л.В., Овезов Б.Б., Тихонов А.Н., Цветков В.Я.* Получение знаний для формирования информационных образовательных ресурсов. – М.: ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика», 2008. – 440 с.

62. *Иванников А.Д., Тихонов А.Н., Цветков В.Я.* Основы теории информации - М.: МаксПресс, 2007. – 356 с.

63. *Иванников А.Д., Кулагин В.П., Миронов А.А., Мордвинов В.А., Сигов А.С., Тихонов А.Н.* Синергетическая теория информационных процессов и систем: учебное пособие / Под редакцией проф. А.Б.Фоминой, (препринт), МГДД(Ю)Т, МИРЭА, ГНИИ ИТТ «Информика». – М.: Информика, 2009. – 98 с.

64. *Иванченко Д.А.* Системный анализ дистанционного обучения: Монография. – М.: Союз, 2005. – 192 с.

65. *Ильина Т.А.* Структурно-системный подход к организации обучения. – М.: Педагогика, 1972. – Вып. I, II, III.

66. *Исследования по общей теории систем / Бергаланфи Л.* Общая теория систем: критический обзор. – М., 1969. – С. 23–82.

67. *Исследования по общей теории систем / Ланге О.* Целое и развитие в свете кибернетики. – М., 1968. – С. 181–251.

68. *Кайнова Э.Б.* Критерии качества образования: основные характеристики и способы измерения. – М.: АПКППРО, 2005. – 80 с.

69. *Кларин М.В.* Инновационные модели обучения в зарубежных педагогических поисках. – М.: Арена, 1994. – 135 с.

70. *Кларин М.В.* Обучение исследованию: модель систематического сбора данных, выдвижения и проверки гипотез // Фізика: проблеми вькладання. – 2007. – № 1. – С. 3–4.

71. *Колмогоров А.Н.* Теория вероятностей и математическая статистика. Сб. статей. – М.: Наука, 1986. – 536 с.
72. *Колмогоров А.Н.* Три подхода к определению понятия "количество информации" // Проблемы передачи информации. – 1965. – т. 1, вып. 1. – С.3–11.
73. *Колмогоров А.Н.* Теория информации и теория алгоритмов. – М.: Наука, 1987. – 303с.
74. *Колмогоров А.Н.* Теория передачи информации. – М.: Изд-во АН СССР, 1956.
75. *Колмогоров А.Н., Фомин С.В.* Теория функций и функционального анализа. – М.: Наука, 1964.
76. *Компьютерное сопровождение учебного процесса* / Под ред. Трапезникова С.Н. – М.: ВАГУ, 2000. – Вып. 01-12.
77. *Концепция информатизации сферы образования Российской Федерации.* Бюллетень 3-4 (13-14), 1998 – «Проблемы информатизации высшей школы». М.: ГосНИИ СИ, 1998.
78. *Князева М.Д.* Методы проектирования математических моделей и математического обеспечения для компьютерных систем и тренажеров: Реферат дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук. – М.: МИФИ, 1999.
79. *Князева М.Д., Трапезников С.Н.* Компьютерные образовательные технологии / «Информационные технологии и системы в образовании, науке, бизнесе», III Межд. Конф., Сб. Научн. тр. – Пенза, 2002. – С.19–21.
80. *Князева М.Д., Трапезников С.Н.* Основы проектирования интерфейса учебных программ / Сб. науч. тр. «Научная сессия МИФИ – 2002», Т.2. – М.: МИФИ, 2002. – С.120.
81. *Князева М.Д.* Новая модель подготовки специалиста. Материалы межведомственной научно-технической конференции: «Проблемы обеспечения эффективности и устойчивости функционирования сложных технических систем» Серпухов, 2005. – Ч.8. – С.12–17.
82. *Князева М.Д., Трапезников С.Н.* Новые образовательные технологии / Научная сессия МИФИ – 2003 / Сб. науч. тр. – М.: МИФИ, 2003. – Т.2. – С.116–117.
83. *Князева М.Д.* Анализ методов дистанционного обучения. // Дополнительное профессиональное образование. – 2006. – №2 [26]. – С.1-6.
84. *Князева М.Д.* Компьютерные технологии в учебном процессе // Дополнительное профессиональное образование. – 2006. – №1 [25] – С.8-12.

85. *Князева М.Д.* Информационный подход к обучению. // Дополнительное профессиональное образование. – 2006. – №3 [27]–С.8-11.

86. *Князева М.Д., Трапезников С.Н., Трапезников А.С.* Организация учебно-тренировочного процесса в системах профессиональной подготовки специалистов. / Под ред. А.Г. Чернышева: Сб. статей. – 2008. – Вып. 1. – С.50-54.

87. *Князева М.Д., Трапезников С.Н.* Компьютерное сопровождение профессиональной деятельности: Информационные технологии в образовании: учебное пособие. – М.: ГАИ, 2008. – 50с.

88. *Князева М.Д.* Компьютерное обучение: Интерфейс обучающей программы / Под ред. Чернышова А.Г.: Сб. статей. – 2008. – Вып. 1. – С. 68–72.

89. *Князева М.Д.* Некоторые аспекты информационного подхода к обучению / Под ред. Чернышова А.Г.: Сб. статей. – 2008. Вып. 1. – С.73–78.

90. *Князева М.Д., Трапезников А.С., Трапезников С.Н.* Автоматизированное управление учебным занятием в режиме компьютерного сопровождения // Изв. вузов. «Геодезия и Аэрофотосъемка». – 2009. – №4. – С.108–109.

91. *Князева М.Д.* О сертификации образовательных программ ДПО. // Дополнительное профессиональное образование. – 2006. – №7 [31]. – С.22-26, №8 [32]. – С.23-27.

92. *Князева М.Д., Мамин Р.Г.* Информационное обеспечение инновационных процессов в университете. // Успехи современного естествознания. – 2006. – №11. – С.93-94.

93. *Князева М.Д.* Инновации в высшем образовании: Монография. – М.: ИД «Академия Естествознания». – 2006. – 160с.

94. *Князева М.Д., Трапезников С.Н., Трапезников А.С.* Информационно-технологическая система сопровождения образовательным процессом. Учебно-методические проблемы наукоемкой технологии обучения: Информатизация обучения и образования: Межвузовский сборник научно-методических трудов. Т. 15 / Под общей редакцией К.И. Курбакова. – М.: КОС•ИНФ, 2009. – С.184-189.

95. *Князева М.Д., Трапезников С.Н., Наумов А.С.* Модель информационно-технологической среды в образовательном процессе. Учебно-методические проблемы наукоемкой технологии обучения: Информатизация обучения и образования: Межвузовский сборник научно-методических

трудов. Т. 15 /Под общей редакцией К.И. Курбакова. – М.: КОС•ИНФ, 2009. – С.189-193.

96. *Князева М.Д., Кольцова Е.Н., Машников Н.Н., Осипова Т.Г.* Подготовка профессиональных кадров в области наук о Земле – общая задача образовательных и бизнес сообществ / Материалы Международной научно-технической конференции «Геодезия, картография и кадастр –XXI век». – М.:МИИГАиК. – 2009.

97. *Князева М.Д., Наумов А.С., Трапезников С.Н.* Форматы учебных материалов для компьютерного сопровождения образовательного процесса //Изв. вузов.«Геодезия и аэросъемка». – 2009. –№3. – С.89–92.

98. *Князева М.Д., Трапезников С.Н., Машников Н.Н.* Контроль уровня компетентности специалистов. //Научные труды ВЭОР. – 2010. – Т.1XX. – С.307–314.

99. *Князева М.Д., Трапезников С.Н.* Дидактический интерфейс: характеристики, элементы, конструкции и технологии. // Фундаментальные исследования. –2011. –№8.

100. *Князева М.Д., Трапезников С.Н., Жучков В.И.* Программно-инструментальный комплекс «УРОК» (Универсальный редактор обучающих курсов) – версия 6.00. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2011612672 от 01.04.2011.

101. *Краевский В.В.* Методологическая рефлексия // Советская педагогика. – 1989. – №2. – С. 72-79.

102. *Красовский А.А.* Математическое моделирование и компьютерные системы обучения и тренажа. – М.: ВВИА им. Жуковского, 1989. – 254с.

103. *Красовский А.А.* Основы теории авиационных тренажеров. – М.: Машиностроение, 1995. – 354 с.

104. *Красовский А.А.* Избранные труды: Теоретическая и прикладная теория управления. Последние проекты и открытия. – М.: Мысль, 2001. – 389с.

105. *Краудер Н.* О различиях между линейным и разветвлённым программированием // Программированное обучение за рубежом: Сб. статей / Под ред. И.И.Тихонова. – М.: Высшая школа, 1968. –С. 58-67.

106. *Лернер И.Я.* Философия дидактики и дидактика как философия. – М.,1995.

107. *Магид С.И.* Научная методология в современном образовательном процессе персонала электроэнергетики РФ. Сб. ст. под ред.

С.И.Магида «Человеческий потенциал и надежность электроэнергетики». – Краснодар-Москва, 2007.

108. *Малашин И.И., Сидорова И.И.* Тренажеры для операторов АЭС. – М.: Атомиздат, 1972. – 152с.

109. *Малитиков Е.М., Карпенко М.П., Колмогоров В.П.* Актуальные проблемы развития дистанционного образования в Российской Федерации и странах СНГ // *Право и образование.* – 2000. – №1 (2). – С. 42–54.

110. *Машибиц Е.И., Бондаровская В.М.* Зарубежная концепция программиро-ванного обучения. – К.: Наукова Думка, 1964.

111. *Машиников Н.Н., Савиных В.П., Шлапак В.В., Князева М.Д.* О совершенствовании институционального менеджмента в геодезическом университете. // *Материалы межд. конференции «Стратегическое управление в высшем образовании».* – М.: 2002.

112. *Машиников Н.Н., Князева М.Д., Кольцова Е.Н.* Взаимодействие вузов и работодателей при подготовке специалистов на основе компетентностного подхода / *Материалы межвузовской конференции «Компетентностный подход в высшем экономическом образовании».* – М.: Финансовая академия при правительстве РФ, 2008. – С.63-67.

113. *Менгер К.* Основания политической экономии: Общая часть / Пер. с нем. – Одесса, 1903. – 278 с.

114. *Методы теории чувствительности в автоматическом управлении.* Под ред. Розенвассера Е.Н. и Юсупова Р.М. – Л.: Энергия, 1971. – 344 с.

115. *Минзов А.С.* Проблемы обучения с использованием Интернет // *Материалы Всероссийской научно-методической конференции ИОЛ-99 института «Открытое общество».* – СПб.: 1999.

116. *Минзов А.С.* Концепция индивидуального обучения в телекоммуникационной компьютерной среде // *Дистанционное образование.* – 1998. – № 3. –С.19.

117. *Моисеев Н.Н., Александров В.В., Тарко А.М.* Человек и биосфера: Опыт систем. анализа и эксперименты с моделями / Н. Н. Моисеев, В.В. Александров, А.М. Тарко. – М.: Наука, 1985. – 271с.

118. *Моисеев Н.Н., Иванюлов Ю.П., Столярова Е.М.* Методы оптимизации. — М.: Наука, 1978. – 351с.

119. *Монахов С.В., Савиных В.П., Цветков В.Я.* Методология анализа и проектирования сложных систем. – М.: Просвещение, 2005. – 264с.

120. *Налимов В.В., Чернова Н.А.* Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. – М.: Наука, 1965.
121. *Новиков А.М.* Методология учебной деятельности. – М.: Эгвес, 2005. – 176с.
122. *Новиков А.М.* Основания педагогики. Пособие для авторов учебников и преподавателей педагогики. – М.:Эгвес, 2010.–208с.
123. *Огородников И.Т.* Оптимальное усвоение учащимися знаний и сравнительная эффективность отдельных методов обучения в школе. – М.: Педагогика – 1969.
124. *Охотин В.В., Балашов А.И., Кузин Г.А.* К реализации тренажерных комплексов на базе специализированных ПЭВМ // Электронное моделирование, 1993. – № 1. –С.84-85.
125. *Новые* информационные технологии в образовании. Технология создания учебных компьютерных программ. Курс лекций. – М.: ГАИ, 2004. – 100с.
126. *Перспективы* программированного обучения/ Под ред. А.В. Нетушила. Пер. с англ. Бондина О.В. и Кобяковой Н.Т. – М: Мир, 1966. –247 с.
127. *Пиаже Ж.* Психология интеллекта. – СПб.: Питер, 2004. – 192с
128. *Подласный И.П.* Педагогика. – М: Владос, 2002.
129. *Пойа Д.* Математическое открытие. – М.:Наука, 1970. – 452 с.
130. *Моисеева М.В., Полат Е.С., Бухаркина М.Ю.* Интернет-обучение. Технологии педагогического дизайна – М.: Камерон, 2004. – 216с.
131. *Полат Е.С., Бухаркина М.Ю., Моисеева М.В., Петров А.Е.* Новые педагогические и информационные технологии в системе образования.– М.: Академия, 2005. – 272с.
132. *Полат Е.С, Моисеева М.В., Петров А.Е.* Педагогические технологии дистанционного обучения / Под ред. Е.С.Полат. — М.: Академия, 2006.
133. *Поспелов Д.А.* Десять "горячих точек" в исследованиях по искусственному интеллекту: Интеллектуальные системы (МГУ). – 1996. – Т.1, вып.1-4. – С.47-52.
134. *Поташник М.М.* Качество образования: Проблемы и технологии управления: В вопросах и ответах. – М.: «Педагогическое общество России», 2002. –352с.
135. *Приобретение* знаний / Под ред.С. Осуги, Ю. Саэки.– М.:Мир, 1990. – 304с.

136. *Программированное обучение/ Межведомственный научный сборник.*—Киев: Киевский университет, 1967. —Вып.1. — 250 с.
137. *Раченко И.П.* Научная организация педагогического труда. — М.: Педагогика, 1972.
138. *Раппапорт А. Г.* Разработка и внедрение автоматизированных систем в проектировании (теория и методология). —М.: Стройиздат, 1975.
139. *Растригин Л.А.* Адаптация сложных систем. Методы и приложения. — М.: Советское радио, 1981. — 375с.
140. *Растригин Л.А.* Современные принципы управления сложными объектами. — М.: Советское Радио, 1980. — 232 с.
141. *Растригин Л.А., Пономарев Ю.П.* Экстраполяционные методы проектирования и управления. - М.: Машиностроение, 1986. - 116 с.
142. РД 03-418-01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов.
143. *Ретинская И.В., Шургина М.В.* Отечественные системы для создания компьютерных учебных курсов.—М.: Мир ПК, 1993. — №7. —С.55-60.
144. *Роберт И.В.* Перспективные направления исследований в области применения информационных и коммуникационных технологий в образовании // Среднее профессиональное образование. — 1998. — № 3. — С. 20—24.
145. *Роберт И.В., Рязанский М.В., Львовский В.Л.* и др. Методические рекомендации по оборудованию и использованию кабинета информатики в общеобразовательных учреждениях // Информатизация адукації. — 1996. — № 3. — С. 49—72.
146. *Рубин Ю.* E-learning в России от хаоса к глубокому укоренению. // Высшее образование. —2006.— №3. —С 16-23.
147. *Рудинский И.Д.* Принципы интеллектуального автоматизированного тестирования знаний. // Информационные технологии в образовании «ИТО-2001». — М., 2001.
148. *Системный подход в современных исследованиях: Введение в теорию систем: учебное пособие/ В.С. Пирумов, Е.Б.Леин, М.В.Евтеева.* - М.: ВМА, 1973. - 83 с.
149. *Сапожников А.В.* К вопросу сертификации программного обеспечения учебного назначения. // Дополнительное профессиональное образование. — 2008. —№4(50). —С.26-30.

150. *Скальский И.А.* Управление качеством образовательного процесса. // Дополнительное профессиональное образование. – 2008. – №6. –С.28-31.

151. *Скальский И.А., Трапезников С.Н.* Задача формирования образовательной траектории в системе профессионального образования. // Дополнительное профессиональное образование. – 2006. – №9. –С.14-29.

152. *Скальский И.А., Трапезников С.Н.* Эффективность компьютерных средств обучения – КСО.// Дополнительное профессиональное образование. – 2007. – №7(51). –С.26-28.

153. *Соболев В.А.* Общая теория изображений: Учеб. пособие для вузов. – М.: «Архитектура-С», 2004. – 672с.

154. *Скиннер Б.Ф.* Технология обучения. – 1968.

155. *Стеклов В.А.* Основы теории интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. – М.-Л.: Госиздат, 1927. – 418 с.

156. *Тавгенъ И.А.* Дистанционное обучение: опыт, проблемы, перспективы. [Электронный ресурс]: Научное издание -./Под редакцией Ю.В.Позняка – Мн.: «Электронная книга БГУ», 2004. – <http://anubis.bsu.by/publications/elresources/AppliedMathematics/tavgen.pdf>.

157. *Талызина Н.Ф.* Управление процессом усвоения знаний. – М.:МГУ, 1975. –С. 250-318.

158. *Татур Ю.Г.* Компетентность в структуре модели качества подготовки специалистов // Высшее образование сегодня. –2004. № 3.

159. *Темербекова А.А.* Формирование информационной компетентности учителя в региональной системе дополнительного профессионального образования: монография / А. А. Темербекова ; под ред. С. Б. Серяковой. – М.: МПГУ, 2009. – 281 с.

160. *Теория и практика дистанционного обучения /* Под ред. Е.С.Полат. — М.: Академия, 2004.

161. *Тиффин Джон, Раджасингам Лолита.* Что такое виртуальное обучение. Образование в информационном обществе. – М.: Информатика и образование, 1999. – 312 с.

162. *Тихомиров В., Рубин Ю., Самойлов В., Шевченко К.* Качество обучения в виртуальной среде // Высшее образование в России. – 1999. – № 6. – С. 21–25.

163. *Тихомиров В.П., Солдаткин В.И., Лобачев С.Л.* Виртуальная образовательная среда: принципы, организация / Междунар. академия открытого образования. – М.: Изд-во МЭСИ, 1999. – 164 с.

164. *Тихомиров В.А.* Модели и методы стратегического управления сложными социально–экономическими и технологическими системами. - Тверь: ВУ ПВО, 2003.

165. *Томович Р., Вукобратович М.* Общая теория чувствительности. Библиотека технической кибернетики. – М.: Советское радио, 1972. –240с.

166. *Томпсон Дж. М. Т.* Неустойчивости и катастрофы в науке и технике. – М.: Мир, 1985.

167. *Трапезников С.Н., Нефелов А.И., Шумилов Б.Ф.* и др. АС 1103706. Уст-ройство для настройки параметров систем автоматического управления летательных аппаратов. 15.03.1984.

168. *Трапезников С.Н. Князева М.Д., Тавобилов Д.И.* Инструментальная система для обеспечения математического моделирования тренажерных задач / Сб. Программно - инструментальные системы моделирования. – М.:ГАИН, 1999. –С.18-26.

169. *Трапезников С.Н., Кондратьев С.В., Князева М.Д.* Анализ основных характеристик программно-инструментальных систем моделирования / Сб. Программно-инструментальные системы моделирования. – М.:ГАИН, 1999. –С.4-6.

170. *Трапезников С.Н.* Модель организации образовательного процесса // Дополнительное профессиональное образование.– 2006. –№6. –С.23-27.

171. *Трапезников С.Н.* Информационные технологии в образовании Проблемы, решения, проекты. // Проблемы обеспечения эффективности и устойчивости функционирования сложных технических систем. Материалы XXIII межведомственной НТК. –Серпухов, 2004.

172. *Трапезников С.Н.* К вопросу о стандартах программных средств учебного назначения // Дополнительное профессиональное образование. – 2005. – №4(16). – С.34-37.

173. *Трапезников А.С., Трапезников С.Н.* Автоматизация проектирования образовательной траектории //Иновационная среда. Под редакцией А.Г. Чернышева. Сборник статей. – 2008. –Вып. 1. – С.62-67.

174. *Трапезников С.Н., Князева М.Д., Трапезников А.С.* Организация учебно-тренировочного процесса в системах профессиональной подготовки специалистов. Иновационная среда / Под ред. Чернышова А.Г./ Сб. научных трудов. – 2008. – Вып. 1.– С.50-54.

175. *Трапезников С.Н., Нефелов А.И., Байдалинов А.В., Козлов А.А., Дикарев М.М., Шумилов Б.Ф.* и др. Система стабилизации углового положения летательного аппарата АС 1047078.от 06.1983. Бюллетень «Открытий и изобретений», 1983.– №37.

176. *Универсальный Редактор Обучающих Курсов/ Под ред. Трапезникова С.Н.* – М.: ГАИН, 1996. – 108с.

177. *Управление качеством образования: Менеджмент в образовании: Практикоориентированная монография и методическое пособие/ Под ред. Поташника М.М.* – М.: «Педагогическое общество России», 2004. – 448с.

178. *Федосеев А.А.* О моделях и методах использования информационных технологий в обучении // Системы и средства информатики. Вып. 8. – М.: Наука, 1996. – С.54-68.

179. *Хортон У., Хортон К.* Электронное обучение: Инструменты и технологии / Пер. с англ. –М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2005. –640с.

180. *Цетлин М. Л.* Исследования по теории автоматов и моделированию биологических систем. – М.: 1969. – 316с.

181. *Цыганков И.Б., Трапезников С.Н.* Компьютерное сопровождение учебного процесса в системе профессиональной подготовки // Дополнительное профессиональное образование –2006.– №2. –С.30-32.

182. *Чудинова Ю. А.* Корпоративные системы. – Сайт www.sike.ru.

183. *Шеннон К.* Работы по теории информации и кибернетике.– М.: Иностранная литература, 1963. – 830с.

184. *Шестаков Н.В., Дозорцев В.М.* Компьютерные тренажеры для нефтехимии и нефтепереработки: опыт внедрения на российском рынке // Приборы и системы управления. –1998.– № 1.

185. *Энциклопедия кибернетики.* В 2-х томах.– К.:УСЭ, 1975.

186. *Эшби У.Р.* Системы и информация // Вопросы философии. – 1964. №3. –С.78–85.

187. *Эшби У. Р.* Общая теория систем как новая научная дисциплина. Исследования по общей теории систем / Ред. В. Н. Садовский, Э. Г. Юдин. – М.: Прогресс, 1969. –С. 125–142.

188. *Юдин Э. Г.* Системный подход и принцип деятельности: Методологические проблемы современной науки – М.: Наука, 1978. – 391с.

189. *Ясвин В. А.* Образовательная среда: от моделирования к проектированию М.:Смысл, 2000. – 368 с.

190. *Arestova O., Babanin L., Voiskounsky A.* Psychological research of

computer mediated communication in Russia // Behavior and Information Technology. – 1999. – Vol. 18. – P.141–147.

191. Bertalanffy L. von. General System Theory; Foundations, Development, Applications. – New York: G. Braziller, 1968. – XV. – 289p.

192. Chen, N. S., Wei, C. W., Kinshuk, Chen, Y. R., & Wang, Y. C. (2008). Bridging the gap between face-to-face and cyber interaction in holistic blended learning environments. In Adelsberger, H. H., Kinshuk, Pawlowski, J. M., & Sampson, D. (Eds.), Handbook on Information Technologies for Education and Training (2nd Ed.) (pp. 239–259). Heidelberg: Springer.

193. Carr S. 2 more universities start diploma – granting virtual high schools // The Chronicle of Higher Education. – 1999. – № 16. – P.49.

194. Carver CA, Howard RA, Lane WD (1999) Addressing different learning styles through course hypermedia. IEEE Transactions on Education 42(1). – P.33–38.

195. Chang, V., & Fisher, D. L. (2001). A new learning instrument to evaluate online learning in higher education. In M. Kulske & A. Herrmann (Eds.), New Horizons in University Teaching and Learning (pp. 23–34). Perth: Curtin University of Technology.

196. Duck S. Meaningful relationships: Talking, sense, and relating. – London: Sage, 1994. –240p.

197. Farnes N. New Structures to Reform Higher Education in Central and Eastern Europe: the Role of Distance Education // Europ. J. of Education. – 1997. – Vol. 324. – P.379–396.

198. Johnson, S. D., Aragon, S. R., Shaik, N., & Palma-rivas, N. (2000). Comparative analysis of learner satisfaction and learning outcomes in online and face-to-face learning environments. Journal of Interactive Learning Research, 11(1). –P.29–49.

199. Gilbert Alan D. The Virtual and the Real in the Idea of a University // Proceedings of «The Virtual University» Symposium. – The University of Melbourne, 1996. – 360p.

200. Graf, S., Liu, T. - C., & Kinshuk. (2010). Analysis of learners' navigational behaviour and their learning styles in an online course. Journal of Computer Assisted Learning, 26. –P.116–131. [Thompson Scientific Impact factor 1.065]

201. Jandt F.E. Intercultural communication: An introd. – London: Sage, 1995. – 440 p.

202. Kelly P. Human Identity Part 1: Who are you?: E-lecture from

the university course about the net. – mode of access: <http://www.home.calumet.yorku.ca/pkelly>.

203. *Kinshuk*. Computer aided learning for entry level Accountancy students. PhD Thesis, De Montfort University, England, July 1996.

204. *Essalmi, F., Jemni Ben Ayed, L., Jemni, M., Kinshuk, & Graf, S.* (2010). Personalized Personalization Strategy of E-Learning Scenarios. *Computers in Human Behavior*, 26(4). –P.581–591. [Thompson Scientific Impact factor 1.344]

205. *Knyazeva M.* The Model of ecologically brought up person. *European journal of natural History*, №1, 2007. –P.37-39.

206. *Knyazeva M.* The basic requirements to functional structure of information-technological system. *Материалы Scientific International Conference: «Innovation process in e-learning» (University of Economics in Bratislava)*, 2010.

207. *Listopad N., Kritsky S., Tavgen I.* Internet for Education and Research Community of Belarus. *Visionary Ideas for a Visionary Future // The First CEENet Workshop on Network Policy: Proceedings of the NATO Advanced Networking Workshop, May 29–31, 1997. – Tartu, 1997. – P.153–156.*

208. *Listopad N., Maximov S., Tavgen I.* Some aspects of distance learning in Belarus // *LEARNTEC 2001: 9th Europ. Congr. and Trade Fair for Educational and Information Technology, Karlsruhe, 2001: Proc. / UNESCO; Ed.: U. Beck, W. Sommer. – Karlsruhe, 2001. – P.49–54.*

209. *Listopad N., Tavgen I.* ICT Projects in Belarus // *LEARNTEC-2002: 10th Europ. Congr. and Trade Fair for Educational and Information Technology, Karlsruhe, 2002: Proc. / UNESCO; Ed.: U. Beck, W. Sommer. – Karlsruhe, 2002. – P.261–267.*

210. *Lal M.* Virtual campus and other initiatives of the Indira Gandhi National Open University in computer and IT education // *LEARNTEC 2001: 9th Europ. Congr. and Trade Fair for Educational and Information Technology, Karlsruhe, 2001: Proc. / UNESCO; Ed.: U. Beck, W. Sommer. – Karlsruhe, 2001. – P.113–122.*

211. *Majeed, A., Fraser, B. J., & Aldridge, J. M.* (2002). Learning environment and its association with student satisfaction among mathematics students in Brunei Darussalam. *Learning Environment Research*, 5(2). –P.203–226.

212. *Online Research: Methoden, Anwendungen und Ergebnisse / Hrsg.:*

B. Batinic, A. Werner, L. Graef, W. Bandilla. – Goettingen etc.: Hogrefe, 1999. – 324p.

213. *Patel A. & Kinshuk*. Applied Artificial Intelligence for Teaching Numeric Topics in Engineering Disciplines. Lecture Notes in Computer Science, 1108/ –P.132-140.

214. *Patel A. & Kinshuk*. Intelligent Tutoring Tools - A problem solving framework for learning and assessment. Proceedings of 1996 Frontiers in Education Conference - Technology-Based Re-Engineering Engineering Education (Eds. M. F. Iskander, M. J. Gonzalez, G. L. Engel, C. K. Rushforth M. A. Yoder, R. W. Grow & C. H. Durney). –P.140-144.

215. *Patel A. & Kinshuk*. Intelligent Tutoring Tools on the Internet - Extending the Scope of Distance Education. 18th ICDE World Conference, June 2-6, 1997, Pennsylvania, USA.

216. *Patel A. & Kinshuk*. Knowledge Characteristics: Reconsidering the Design of Intelligent Tutoring Systems, Knowledge Transfer - Proceedings of the Knowledge Transfer Conference, London, 1996 (Ed. A. Behrooz). –P.190-197.

217. *J. Sarkis, A. Presley, D. Liles*. The strategic evaluation of candidate business process reengineering projects//International Journal of Production Economics, Volume 50, Issues 2-3, 16 June 1997. –P.261-274.

218. *Reid. E*. Cultural Formations in Text-Based Virtual Realities: A thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of Master of Arts. Cultural Studies Progr. Dep. of Engl. Univ. of Melbourne. [electronic resource]. – 1994. – mode of access: <http://www.fun91.kivikko.hoas.fi/~donwulff/irc/cult>.

219. *Shannon C.E*. A Mathematical Theory of Communication // Bell System Technical Journal. – 1948. – T. 27. –P.379-423.

220. *Shannon C.E*. Communication in the presence of noise // Proc. Institute of Radio Engineers. – Jan. 1949. – T. 37. – № 1. –P.10-21.

221. *Skinner B.F*. Teaching Machines // (Eds.) Lumsdaine A.A., Glaser R. Teaching Machines and Programmed Learning. NEA, 1960/

222. *Wu, S., Chang, A., Chang, M., Liu, T.-C., & Heh, J.-S.* (2008). Identifying Personalized Context-aware Knowledge Structure for Individual User in Ubiquitous Learning Environment. In the Proceedings of the 5th International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technologies in Education, (WMUTE 2008), Beijing, China, March 23-26, 2008. –P.95-99.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. Современные информационные технологии и комплексы организации образовательного процесса... 8	
1.1. Системы компьютерного сопровождения образовательного процесса	9
1.2. Требования к компьютерным средствам обучения.....	13
1.3. Дидактические характеристики компьютерных средств обучения.....	18
1.4. Форматы данных для обеспечения компьютерного сопровождения образовательного процесса.....	27
1.5. Функциональная структура программно-инструментального комплекса учебного назначения.....	30
Глава 2. Организация управления учебным занятием в режиме компьютерного сопровождения..... 37	
2.1. Характеристики средств обучения	41
2.2. Формирование результата обучения и оценки качества подготовки	47
2.3. Непосредственные показатели качества образования.....	50
2.4. Организация тест-контроля и навигации	52
2.5. Автоматизация проектирования системы управления в компьютерном обучении	55
Глава 3. Система организации образовательного процесса 71	
3.1. Структуры сценариев учебных занятий Способы управления учебными занятиями	73
3.2. Математическое моделирование в системах управления учебными занятиями	79
3.3. Организация квалификационного контроля качества профессиональной подготовки специалистов	88
3.4. Система интерпретации результатов моделирования	95

3.5. Структуры моделей имитаторов в тренажерных комплексах	104
3.6. Организация тренажерной подготовки.....	106
3.7. Моделирование сценариев аварийных ситуаций. Имитатор ситуации	110
Глава 4. Настройка характеристик математических моделей... 122	
4.1. Параметрический синтез математических моделей.....	123
4.2. Дифференциальная коррекция параметров математических моделей и системы моделирования	124
4.3. Чувствительность координат модели к вариациям собственных параметров.....	126
4.4. Определение функций чувствительности математических моделей.....	127
4.5. Система настройки параметров модели по результатам испытаний	136
Глава 5. Система оценки качества профессиональной подготовки специалистов	142
5.1. Модель системы оценки результатов.....	144
5.2. Организация учебного занятия.....	152
5.3. Ситуационный тренажер.....	161
5.4. Оценка результатов обучения и организация управления качеством профессиональной подготовки работников предприятий	168
5.5. Управление учебным занятием в системе профессиональной подготовки.....	169
Литература	177

Научное издание

Марина Даниловна Князева

**МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНО-
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СИСТЕМ СОПРОВОЖДЕНИЯ
УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА**

Зав. редакцией *Е.А. Евтеева*

Компьютерная верстка *Б.В. Кузнецов*

Дизайн обложки *А.Ю. Боков*

Подписано в печать 25.06.2013. Гарнитура Таймс

Формат 60×90/16. Бумага офсетная.

Объем 12,25 усл. печ. л.

Тираж 500 экз.

Заказ № 91 Цена договорная

Издательство МИИГАиК

105064, Москва, Гороховский пер., 4

Отпечатано в типографии МИИГАиК