

378
А85

P-17

1122/—

КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени А.М.ГОРЬКОГО

На правах рукописи

Арсеньев Геннадий Николаевич

УДК 378.14

ДИДАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ
И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ
В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА

Специальность 13.00.01. Теория и история педагогики

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Киевський педагогічний
інститут ім. О. М. Горького
БІБЛІОТЕКА

К и е в - 1 9 8 8

НБ НПУ
імені М.П. Драгоманова



100310703

Работа выполнена в Киевском высшем инженерном радиотехни-
ческом училище противовоздушной обороны имени маршала авиации
А.И.Покрышкина

Научные руководители: кандидат педагогических наук,
доцент Я.И.Бурлака
кандидат педагогических наук,
доцент А.Г.Михнушев

Официальные оппоненты: доктор педагогических наук,
профессор П.Н.Воловик
кандидат педагогических наук,
доцент И.П.Пидласый

Ведущая организация - Военная командная Краснознаменная
академия ПВО имени Маршала Советского Союза Г.К.Жукова,
Калинин - 22

Защита диссертации состоится _____ 1988 г.
в _____ часов на заседании специализированного совета
Д.113.01.01 в Киевском государственном педагогическом институте
имени А.М.Горького (254013, Киев, ул.Пирогова, 9).

Библиотеке института.
_____ 1988 г.

ГО

Е.Ф.СОБОТОВИЧ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Актуальность проблемы. Решения XXII съезда КПСС по вопросам ускорения научно-технического прогресса и социально-экономического развития страны обусловили новые требования к качеству работы высшей школы, необходимость коренного улучшения профессиональной подготовки специалистов. В постановлениях ЦК КПСС и Совета Министров СССР "Основные направления перестройки высшего и среднего специального образования в стране", "О ходе перестройки средней и высшей школы и задачах партии по ее осуществлению" отмечается, что непременным условием повышения эффективной деятельности высшей школы является ее техническое перевооружение, использование в учебно-воспитательном процессе современных образцов технических средств обучения, средств автоматизации, информатики и вычислительной техники.

Применение новых методов и средств обучения направлено на интенсификацию учебного процесса, повышение качества, культуры и производительности педагогического труда, на максимальное использование познавательных возможностей обучаемых. В постановлении ЦК КПСС указано: "Первоочередная задача - осуществить решительный поворот от массового, валового обучения к усилению индивидуального подхода, развитию творческих способностей будущих специалистов, опираясь на их самостоятельную работу, активные формы и методы обучения: семинарские и практические занятия, дискуссии, моделирование производственных и практических ситуаций"¹. Актуальное значение приобретает органическая связь обучения с научной и практической деятельностью, с научно-техническим творчеством.

¹ Основные направления перестройки высшего и среднего специального образования в стране: Постановление ЦК КПСС // Правда. - 1987. - 21 марта.

Индустриализация учебного процесса потребовала проведения определенных научно-педагогических исследований по вопросам построения и эффективного применения технических средств обучения (ТСО). Общие аспекты теории ТСО в плане психолого-педагогического обоснования целесообразности их использования в учебном процессе вуза освещены в работах С.И.Архангельского, А.И.Берга, В.И.Беспалько, В.А.Веникова, А.А.Золотарева, Т.И.Ильиной, Н.Ф.Краснова, Р.А.Низамова, А.И.Молибога, Н.Ф.Талызиной, И.Н.Тихонова, Н.М.Шахмаева и др. Педагогические основы применения отдельных классов и групп ТСО разрабатывают, и в ряде случаев дают практические рекомендации по их проектированию и использованию на различных видах занятий В.К.Бондаренко, Е.К.Марченко, А.Г.Михнушев, К.А.Квасневский, В.А.Гравит, В.Ю.Раль, Н.Х.Луценко и др. Большинство работ отражает опыт применения готовых образцов технических средств обучения в рамках отдельных дисциплин.

В последние годы исследовательская работа в области теории ТСО приобрела более глубокий характер. Научные труды В.А.Веникова, В.А.Гравита, Е.К.Марченко и других исследователей посвящены определению эффективности применения в учебном процессе одного из классов ТСО – технических средств моделирования (ТСМ). В обширной литературе по вопросам моделирования ТСМ рассматриваются преимущественно в плане их применения в научных исследованиях, что отразилось на особенностях их проектирования. Конкретные же практические рекомендации по построению модельных устройств для использования в учебных целях отражены лишь в отдельных работах, которые, однако, не дают единого подхода в определении требований к построению и применению ТСМ.

Настоящая работа посвящена построению и использованию в учебном процессе технических моделей, объединенных автором в одну

группу – технические средства динамического моделирования (ТСДМ).

Актуальность темы исследования обусловлена повышением роли моделирования в учебном процессе, которое становится все более многообразным; широкими возможностями методов моделирования, позволяющими в опосредованном виде наглядно представлять свойства реальных систем и объектов; необходимостью повышения эффективности и качества профессиональной подготовки студентов за счет применения в учебном процессе технических средств динамического моделирования с улучшенными педагогическими характеристиками; недостаточной разработкой психолого-педагогических аспектов исследования и применения этой группы технических средств.

Объектом исследования являлась практика применения в учебном процессе вузов технических средств моделирования и вычислительной техники, его предметом – установление педагогических требований к построению технических средств динамического моделирования, определение условий повышения эффективности и качества обучения студентов при их использовании в учебном процессе.

Цель исследования заключалась в разработке педагогических аспектов конструирования ТСДМ, обеспечивающих внедрение в обучение моделей динамических систем с улучшенными дидактическими характеристиками, и в повышении на этой основе качества обучения студентов.

Научные задачи исследования:

I. Определение роли и места технических средств динамического моделирования как качественно новой группы ТСО, синтезирующей результаты развития аналого-цифровой вычислительной техники и методов моделирования в учебном процессе, установление общности и взаимосвязи дидактических задач, решаемых с помощью ТСДМ и дру-

гих классов ТСО, выявление путей рационального построения ТСДМ и условий их эффективного использования.

2. Раскрытие дидактических возможностей автоматизированных комплексов моделирования на базе ТСДМ, условий их реализации, способов специального математического и информационно-методического обеспечения отдельных видов динамических моделей.

3. Изготовление ТСДМ с улучшенными дидактическими характеристиками и экспериментальная проверка результатов их применения в учебном процессе.

В основу исследования была положена рабочая гипотеза о том, что повышение эффективности процесса обучения на основе ТСДМ возможно, если методы их построения, условия применения, технические характеристики будут соответствовать системе дидактических требований.

Методология исследования. Методологическую основу исследования составляют марксистско-ленинская теория познания, положения о перестройке учебно-воспитательного процесса в современной высшей школе, изложенные в решениях XXVII съезда КПСС, постановлениях ЦК КПСС и Совета Министров СССР "Основные направления перестройки высшего и среднего специального образования в стране", "О ходе перестройки средней и высшей школы и задачах партии по ее осуществлению".

Исследования проводились в течение 1973-1987 гг.

Методы исследования

1. Психолого-педагогический теоретический анализ проблемы.

Изучались и анализировались решения съездов КПСС, постановления Пленумов ЦК КПСС и Совета Министров СССР, руководящие документы высшей школы, материалы научных конференций, отечественная и за-

рубежная литература по педагогике, психологии, кибернетике, методическая литература, связанная с темой исследования.

2. Наблюдения. С 1973 по 1987 г. автор вел целенаправленные наблюдения за разработкой и применением ТСДМ в рамках 16 дисциплин различного профиля в Киевском высшем инженерном радиотехническом училище ПВО имени маршала авиации А.И.Покрышкина постоянно, в Киевском политехническом и инженерно-строительном институтах – выборочно. Было охвачено 145 лекций, 202 практических и 83 лабораторных занятия.

3. Индивидуальные и групповые беседы. Результаты наблюдений уточнялись и дополнялись в ходе индивидуальных и групповых бесед. Беседами было охвачено: заведующих кафедрами – 16, профессоров, доцентов, старших преподавателей и преподавателей – 53, курсантов и студентов – 350.

4. Анкетирование. В 1978–1987 гг. было проведено анкетирование 86 преподавателей трех вузов.

5. Метод экспертных оценок применялся при выборе способов моделирования с помощью ТСДМ и оценки качества их разработки.

6. Конструирование и опытно-экспериментальное исследование. В ходе конструкторских, опытно-экспериментальных исследований определялись и проверялись педагогические, технические характеристики средств динамического моделирования, оптимальные варианты их построения.

7. Педагогический эксперимент. В ходе исследования проводились констатирующий и формирующий эксперименты. Путем констатирующего эксперимента выявлялся уровень знаний, навыков и умений в условиях традиционного обучения. Посредством формирующего эксперимента осуществлялась проверка эффективности и качества обуче-

ния с применением технических средств динамического моделирования с улучшенными педагогическими характеристиками.

Научная новизна выполненного исследования заключается в следующем:

1. Определены место и роль ТСДМ в учебном процессе вуза, выявлены иерархические связи ТСДМ с научной теорией, их дидактические возможности и области применения при изучении общенаучных и общетехнических дисциплин.

2. Сформулированы дидактические, технические требования к динамическим моделям, показаны пути их реализации на конкретных образцах ТСДМ.

3. Обоснованы психолого-педагогические аспекты развития ТСДМ с улучшенными дидактическими, техническими характеристиками, разработаны математические и физические модели, на примере которых доказана целесообразность и эффективность их применения в учебном процессе.

4. Показано, что благодаря применению ТСДМ на лекционных, групповых занятиях повышается наглядность обучения, активизируется познавательная деятельность обучаемых, улучшается качество восприятия и усвоения знаний, совершенствуются организационные формы проведения занятий, интенсифицируется учебная и преподавательская деятельность.

Практическая значимость исследования заключается в непосредственном решении отдельных проблем построения и использования аналоговых и цифровых ЭВМ в учебном процессе, экспериментальном определении эффективности их использования на различных видах занятий, в выработке практических рекомендаций по построению ТСДМ и условий их эффективного использования в вузах.

Результаты исследования автором апробированы:

в процессе преподавания трех общенаучных и общинженерных дисциплин в КВИРТУ ЛВО (1974-1987); по одной дисциплине издано специальное руководство;

в докладах и сообщениях на научных конференциях в КВИРТУ ЛВО (1977, 1980, 1984), а также в Вильнюсском ВКУРЭ (1987);

в сообщении на Всесоюзном совещании по аналого-цифровой вычислительной технике (Кишинев, 1975);

в разработках и при изготовлении ПАМУ в Киевском НПО "Кристалл" и на Опытном заводе Одесского политехнического института;

в экспозиции на ВДНХ СССР, НТТМ-74 (Москва, 1974) и на Международной выставке "Связь-81" (Москва, 1981).

На защиту выносятся следующие положения.

1. Система обеспечения дидактической эффективности применения технических средств динамического моделирования в вузе, включающая психолого-педагогическое обоснование применения ТСДМ, классификационную структуру технических средств моделирования в ТСО, дидактические требования к построению динамических моделей.

2. Принципы построения оптимальных по наглядности и удобству использования технических средств динамического моделирования.

3. Условия применения ТСДМ, обеспечивающие повышение эффективности и качества обучения по общенаучным и общинженерным дисциплинам.

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, трех разделов, заключения, библиографии и приложения. Основное содержание работы изложено на 156 страницах машинописного текста. Работа включает 18 рисунков, 16 фотографий, 9 таблиц, 5 приложений.

П. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность темы исследования, определены его предмет, цель, гипотеза, задачи и методы, показаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, раскрыты выносимые на защиту положения.

В первом разделе "Педагогическая значимость динамического моделирования с помощью технических средств в учебном процессе вуза" проведен анализ современного состояния исследуемой проблемы, дано психолого-педагогическое обоснование применения ТСДМ, предложена классификация, определены роль и место технических средств моделирования в учебном процессе, рассмотрены дидактические возможности существующих вариантов ТСДМ.

Результаты анализа литературных источников, психофизиологических основ и концепций обучения позволяют сделать вывод о том, что исследуемая проблема в настоящее время еще полностью не раскрыта и требует дальнейшей разработки. Это обусловлено условиями фронтального обучения и увеличения объема информации, при которых нарушается оптимальное управление познавательной деятельностью обучаемых по причине низкой пропускной способности каналов прямой и обратной связи в обучении; недостаточного использования познавательных возможностей обучаемых и управления процессом усвоения; низкой производительности и избыточности педагогического труда; трудоемкости целостного, системного раскрытия сущности сложных динамических процессов; невысокого уровня научно-поисковой составляющей в познавательной деятельности обучаемых.

Одно из направлений повышения качества управления процессом усвоения – активное применение комплексов современных технических средств обучения, неотъемлемой частью которых являются техниче-

ские средства динамического моделирования.

Технические средства динамического моделирования рассматриваются в диссертации как совокупность устройств (систем, комплексов), обеспечивающих воспроизведение в удобной для изучения форме важнейших динамических свойств, структуры и связей реальных объектов и систем различной физической природы и сложности.

Процесс изучения в вузе сложных динамических систем может быть представлен иерархическими уровнями. Первый, верхний уровень занимает общая теория сложных динамических систем. На втором уровне находятся частные теории, каждая из которых способствует формированию у обучаемых научных представлений и понятий, овладению методами инженерного анализа и синтеза отдельных динамических свойств всей системы. Третий уровень характеризует законы, которые органически входят в частные научные теории. Четвертый уровень представляют понятия явлений и процессов в системах. Пятый уровень составляют конкретные образцы объектов изучения.

Иерархическая модельная последовательность изучения сложных систем позволила определить роль и место ТСДМ в учебном процессе. Однако отнесение моделей объектов, систем, процессов к группе ТСО не всегда правомерно, так как модели различных уровней во многих случаях сами могут быть объектом изучения. Такое положение сложилось при изучении широкого круга теорий и инженерных методов, позволяющих исследовать динамические системы. Следовательно, модели, а соответственно и ТСДМ, могут обладать свойствами объекта изучения и технического средства обучения.

Классификация ТСДМ. Динамическая модель – это специфическое средство обучения, которое использует при решении учебных за-

дач в качестве системы "моделей-заместителей" с четко выраженными диалектическими свойствами, характеризующими процесс познания в развитии: от объекта – физической модели – абстрактной модели – к объекту на более высоком уровне. В качестве педагогического основания для определения основных требований к динамическим моделям выбрана система признаков, которая отражает дидактический характер их построения. В нее входят: иерархия уровней моделей; композиция материальных и абстрактных моделей; единство обучаемого и модели; пространственно-временное развитие и цепочная последовательность структуры моделей; эвристичность организационных форм моделей.

ТСДМ правомерно отнести к самостоятельному классу технических средств обучения. Важнейшей особенностью ТСДМ как класса ТСО является органическое сочетание двух взаимосвязанных компонентов: технических моделирующих устройств (аналоговых, цифровых, физических) и реализуемых с помощью технических устройств учебных алгоритмов и предписаний.

С учетом иерархического представления структуры объекта познания технические средства динамического моделирования в работе делятся на геометрические, физические, математические, кибернетические, имитационные.

В иерархической системе технических моделей, используемых в обучении, ведущую роль играют математические ТСДМ, отражающие общие для множества реальных систем динамические свойства – быстроедействие, точность, устойчивость. По существу математические ТСДМ – аналоговые и цифровые – лежат в основе единого структурного анализа сложных, отличающихся большим разнообразием систем, и материализуют формулировку В.И.Ленина: "Единство природы обнару-

живается в поразительной аналогичности дифференциальных уравнений, относящихся к разным областям явлений..."¹.

Важнейшей дидактической функцией ТСДМ, особенно их высших уровней, является обеспечение наглядности при раскрытии динамики сложных систем и процессов. Наличие таких моделей позволяет изучать множество реальных систем различной физической природы и сложности по их поведению в процессе переработки информации. В то же время, в отличие от других ТСО, ТСДМ в большинстве своем создают благоприятные условия для формирования и развития у обучающихся практических навыков в проведении учебных исследований, стимулируют их познавательную активность, приучают к творческому, самостоятельному поиску оптимальных технических решений. В этой связи проявляется двойственный характер сущности ТСДМ: с одной стороны, они выступают как эффективное средство повышения наглядности обучения, т.е. обладают свойствами ТСПИ, с другой, - являются эффективным средством научного исследования и формирования практических навыков. Во всех случаях ТСДМ выступают как средства опосредованного изучения объектов и систем.

Во втором разделе "Организационно-дидактические требования к построению технических средств динамического моделирования и условия их применения в учебном процессе", исходя из теоретических предпосылок и диалектической сущности педагогического процесса, понятий модели и модельной методологии, выявлены общие свойства моделей: конструктивное состояние; единство обучаемого, решаемой задачи, объекта изучения, языка описания; соответствие множества адекватных, но различных по существу моделей материальному объекту; соответствие множества моделей, различающихся фор-

¹ Ленин В.И. Материализм и эмпириокритицизм // Полн.собр.соч. - Т. 18. - С. 306.

мами представления и воспроизведения информации совокупности "задача-объект"; информационная равноценность мысленной, знаковой и материальной форм модели, обогащение модели при переходе к материальной форме; соответствие условий решаемой задачи ограничениям и допущениям в процессе построения и применения моделей; материальный, информационный, комплексный характер компонентов объекта изучения; соответствие объекта изучения ранее созданной n -й модели.

Исходя из рассмотренных свойств моделей, сущности и закономерностей процесса обучения в работе обоснованы важнейшие организационно-дидактические требования к ТСДМ, которые определяют пути оптимального построения и эффективность их применения. Показано, что ТСДМ как орудия педагогического труда дают максимальный эффект при условии дидактической целесообразности применения адекватности изучаемым объектам и системам, высокой наглядности и наибольшей информативности, системности применения и комплексирования с другими видами ТСО. Комплекс ТСДМ должен быть удобен и прост в управлении.

Требование дидактической целесообразности является основополагающим. Весь комплекс ТСДМ и соответствующих методов обучения направлен на наилучшее выполнение общедидактических принципов обучения, достижение эффекта на конечных и промежуточных этапах обучения. Это требование выполняется при четком определении цели занятия и объема решаемых с помощью ТСДМ учебных задач: обосновании состава комплекса ТСО; оптимальном распределении учебной информации между непосредственными и опосредованными способами ее переработки; максимальном использовании двигательной и абстрактно-логической памяти обучаемых, способствующей прочному за-

поминанию учебного материала; определении содержания динамических моделей, образующего иерархическую систему знаний достаточно высокого уровня обобщения.

Адекватность и эффективность. Соответствие моделей изучаемому объекту-оригиналу является одним из основных принципов построения ТСДМ, опирающимся на теорию подобия и изоморфизма. В работе описаны свойства всех материальных и информационных объектов и процессов, в совокупности представляющих объективную основу подобия, аналогий, изоморфизма: последствие, обуславливающее динамические эффекты и характеристики объектов, стохастичность, дуализм признаков непрерывности – дискретности в пространстве и времени; пространственно-временное развитие материальных и информационных объектов и процессов. Адекватность – необходимое условие существования самой модели, определяющее ее практическую полезность и диапазон решаемых с ее помощью учебных задач. Выполнение условия адекватности правмерно связывается с эффективностью применения моделей.

Наилучшее в практическом отношении качество или эффективность любой модели достигается разумным компромиссом между схожестью модели с оригиналом и простотой, обеспечивающей возможность и удобство использования ее по прямому назначению; учетом неформализованных факторов, среди которых доминируют сущность решаемой посредством моделирования задачи и свойства объекта изучения; применением в процессе построения и использования модели вполне формализованных научных знаний, методов, приемов и навыков, а также творческих способностей обучающего и обучаемого.

Однако определить математическим путем наилучшее количественное соотношение полноты, точности подобия и ее простоты не

представляется возможным из-за неоднозначности и неформализованности большей части факторов.

К качественным факторам эффективности целесообразно отнести следующие: математический аппарат (математические образы, методы, алгоритмы); условия экспериментального исследования объектов и явлений (доступность, возможность изменять состояние и режимы, обеспеченность контрольно-измерительными приборами и методическими пособиями); уровень подготовки обучаемых, их творческие способности (воображение, изобретательность, профессиональную интуицию).

Высокая наглядность и наибольшая информативность являются обязательным требованием при создании и применении комплекса ТСДМ и рассматриваются как условие перехода от конкретного к абстрактному, от сущности к мысли, от признаков и представлений к понятиям и определениям.

В диссертации показано, что эффективная реализация принципа наглядности с помощью ТСДМ обеспечивается сочетанием различных форм наглядного проявления внешних и внутренних информационных свойств изучаемого объекта или явления. С целью выявления информационных возможностей ТСДМ исследована обобщенная структура модели и выделены ее компоненты. Переменные, входящие в состав модели общего вида, сгруппированы по трем основным признакам: по роли, которую они играют в отношении объекта изучения; по характеру и механизму их изменчивости; по степени их информативности, прежде всего, возможности наблюдения и измерения (табл. I).

Важнейшим признаком, определяющим возможные методы исследования и описания моделей, является деление компонентов на детерминированные и стохастические. С точки зрения метрологии, обеспе-

чивающей наглядность модели, свойство измеримости можно выразить возможностью количественной оценки переменных; наличием единиц измерения, входящих в принятую систему единиц, и наличием средств измерения.

Таблица I

Переменные					
по отношению к объекту	характеристики изменчивости			степень информативности	
Выходные Промежуточные Входные управляемые Входные неуправляемые	детерминированные	стохастические		наблюдаемые	ненаблюдаемые
	Непрерывные		непосредственно измеряемые		
	Дискретные				
	по времени	по уровень	цифровые	косвенно измеряемые	
			условно измеряемые		

Представление отдельных ТСДМ, как и комплексов ТСДМ, информационными переменными – связями с внешней средой, связями внутри объекта – и выходными переменными позволяет наиболее полно использовать информационные возможности моделей и реализовать принцип наглядности в обучении.

Системность организации процесса обучения с применением ТСДМ предусматривает комплексное применение ТСО, при котором взаимосвязанная деятельность преподавателя и обучаемых рационализируется на всех этапах обучения.

В работе дано дидактическое обоснование использования уровня подхода к комплексированию ТСО. В зависимости от вида рационализируемой учебной деятельности определены варианты совместного использования ТСДМ и других классов ТСО.

Принцип системности реализуется путем оптимального распределения средств комплекса по всем этапам процесса обучения — ориентировочному, исполнительному и контрольному; усиления необходимых взаимных связей преподавателя и обучаемых на каждом этапе обучения; организации комплексного применения ТСО на основе законов общей теории управления — эффективности

Требование удобства, простоты и оперативности управления комплексом ТСОМ направлены на минимизацию трудозатрат преподавателя и активизацию индивидуальной деятельности обучаемого. Экспериментальные исследования показали, что оптимальной организационной формой применения ТСОМ является их использование в автоматизированных классах моделирования (АКМ), оснащенных комплексом устройств моделирования. В таких классах под руководством преподавателя непосредственно в процессе занятия проводятся экспериментальная проверка и подтверждение теоретических положений, что позволяет пассивную, созерцательную деятельность обучаемых превратить в активную, научно-поисковую, развивает творческие способности и практические навыки экспериментальных исследований. В АКМ происходит соединение живого созерцания, абстрактного мышления и практики, наиболее полно используются возможности двигательной и абстрактно-логической памяти обучаемых.

С целью определения путей автоматизации управления комплексом ТСОМ в диссертации выявлены свойства обобщенного объекта моделирования, а классификация объектов моделирования проведена с учетом их парных противоположных свойств, влияющих на выбор методов модельного исследования и математического аппарата.

Анализ свойств обобщенного объекта моделирования позволил выявить условия, обеспечивающие повышения качества усвоения:

комплексирование ТСДМ; цепочно-последовательное построение отдельных и комплексных моделей с помощью функциональных модулей; единство материальных и идеальных моделей; построение АКМ как единой интегрированной человеко-машинной модели с информационными каналами и каналами обратной связи.

С целью реализации дидактических возможностей ТСДМ в диссертации обоснована структура автоматизированного класса моделирования, обеспечивающая дифференцированное замкнутое управление обучением. Структура АКМ, функциональные характеристики его элементов определены на основе требований, вытекающих из условий эффективного управления обучением: индивидуализации обучения в условиях массовой аудитории; наглядности в обучении и удобства в работе; обеспечения систематической внутренней и внешней обратной связи.

Классификация методов реализации математических моделей в ТСДМ. В основе изучения сложных систем лежит системный подход, главными критериями которого являются специализация, иерархичность, автоматизация.

Классификация признаков моделей и методов моделирования приведена в табл.2.

Для обеспечения перехода от формального описания системы к ее математической модели необходимы следующие условия: специализация математической модели; декомпозиция системы; ограничение диапазона изменения параметров и входных фазовых переменных; эквивалентирование – замена сложного математического описания отдельных крупных и сложных узлов и звеньев упрощенными математическими моделями; формирование математических моделей; использование для их построения схемных или функциональных элементов. Учет

этих условий при разработке конкретного образца ТСДМ позволяет сформировать дидактическую модель системы, наиболее полно реализующую цели и задачи обучения.

Таблица 2

Признак моделирования	Блочное моделирование	Неблочное моделирование
Схема	Функциональная Структурная Принципиальная	Функциональная Эквивалентная
Звено	Линейное Стационарное Нестационарное	Нелинейное Безынерционное Инерционное Функциональное Нефункциональное
Метод описания преобразований	Метод дифференциальных уравнений Спектральные методы Временные методы	
Метод моделирования	Методы: несущей, комплексной огибающей, фазовый, статистических эквивалентов, структурных схем, информационного параметра	

В основу классификации методов построения математических моделей систем автором положены тип схемы, на основе которой производится моделирование; тип моделей звеньев, выбранных в качестве устройств конкретных динамических систем; метод описания преобразований; метод моделирования. Целесообразность использования того или иного метода математического моделирования определяется априорной информацией о системе, когда математические модели можно строить на основе функциональных или принципиальных схем. Метод структурных схем можно применять для моделирования систем на любом иерархическом уровне.

С целью оказания помощи преподавателям вузов в разработке и внедрении ТСДМ в учебный процесс в диссертации обоснованы педагогические принципы построения технических средств, реализующих математические и физические модели. Предложена методика раз-

работки ТСДМ, включающая определение принципа построения ТСДМ; определение метода моделирования; определение и конструирование языка программирования; выбор формы проявления наглядности информационных переменных; выбор способа активизации учебной деятельности обучающихся; определение конструкции и технических характеристик моделей.

В соответствии с методикой разработаны и изготовлены 16 образцов ТСДМ с улучшенными дидактическими характеристиками и возможностями, автоматизированный класс моделирования на основе комплекса математических и физических ТСДМ, составивших базу экспериментальной проверки возможности повышения эффективности и качества обучения.

В третьем разделе "Оценка влияния комплекса технических средств динамического моделирования на качество и эффективность учебного процесса" определены организационные формы применения ТСДМ – индивидуальная, поточная и групповая.

Проведенные в соответствии с темой диссертации экспериментальные исследования позволяют заключить следующее: качество восприятия и осознания сложных понятий и физических процессов за счет наглядности их воспроизведения улучшились в среднем на 40%; производительность учебной работы обучающихся, количество решенных задач в ходе практических занятий повысилась в 2,5–3 раза; интенсивность использования учебного времени за счет объединения лабораторных исследований с расчетной частью практических занятий возросла в 2 раза; познавательная активность и самостоятельность обучающихся усилилась за счет индивидуализации их учебной деятельности и позитивного влияния стимулирующих особенностей ТСДМ; текущая успеваемость обучающихся повысилась на 20%, прочность

усвоения — на 23%.

Эти показатели свидетельствуют о достаточно высокой педагогической эффективности разработанных в ходе исследования ТСДМ, условиях и способах их использования в учебном процессе.

В заключении диссертации обобщены итоги исследования, подтвердившие выдвинутую гипотезу, и сделаны следующие выводы:

1. Применение ТСДМ в учебном процессе обусловлено непрерывным усложнением объектов изучения, необходимостью обновлений знаний, навыков и умений специалистов, повышением роли фундаментальной подготовки обучаемых. Синтезируя в себе свойства реальных (материальных) и идеальных (абстрактных) моделей, они выполняют главенствующую роль в опосредованном познании (изучении, исследовании) сложных динамических процессов, систем, объектов. Диалектические свойства ТСДМ наиболее отчетливо проявляются в двух сферах их практического применения: сфере замещения и исследования изучаемых объектов и сфере наглядного отображения свойств изучаемых объектов и процессов. Это позволяет отнести ТСДМ к самостоятельному классу ТСО, обладающему широкими возможностями.

2. Важнейшими направлениями моделирования являются моделирование как содержание обучения; моделирование как учебное действие; моделирование как учебное средство. В реализации этих направлений, расширении возможностей моделирования большие перспективы открывает применение различных групп ТСДМ. В диссертации эти группы представлены иерархической системой геометрических, физических, математических, кибернетических и информационных моделей. Каждая группа моделей благодаря своим дидактическим возможностям устанавливает связь между знаниями обучаемых и соответствующим уровнем научного познания.

3. Показано, что эффективное использование ТСДМ, реализующих учебное действие и содержание обучения, принесет максимальный дидактический эффект при следующих условиях: дидактической целесообразности применения ТСДМ; адекватности ТСДМ изучаемым объектам и системам; высокой наглядности и информативности ТСДМ; системности применения ТСДМ в комплексе с другими классами ТСО; удобстве, простоте и оперативности управления комплексом ТСДМ.

4. Разработан и внедрен в учебный процесс ряд образцов ТСДМ, отвечающих перечисленным выше требованиям. Применение структурно-модульного способа построения моделей позволило создать оптимальные по наглядности и удобству использования физические и аналого-цифровые математические модели, позволяющие изучать и исследовать широкий круг динамических систем и процессов. Одна из моделей отмечена дипломом Международной выставки "Связь-81".

5. Предложены формы применения ТСДМ в учебном процессе - индивидуальная, поточная и групповая. Установлено, что необходимым условием эффективного применения ТСДМ является комплексирование как различных групп ТСДМ, так и ТСДМ с другими классами ТСО, в частности, ТСПИ и ТСК. Наиболее эффективен такой комплекс средств: математическая модель, учебное телевидение, проектор.

6. Рациональной организационной формой применения ТСДМ является их использование в автоматизированных классах моделирования. В них обеспечивается необходимая индивидуализация обучения, сочетание централизованного управления познавательным процессом с индивидуальным подходом к обучаемым, максимальная самостоятельность и активность обучаемых. Разработанный в ходе исследования вариант АКМ позволяет совмещать лабораторные исследования

с проведением расчетных практических занятий и тем самым существенно уплотнять учебное время, интенсифицировать учебный процесс. В классе созданы благоприятные условия для реализации проблемно-поискового вида учебной деятельности обучаемых.

7. Рассмотренные в диссертации принципы построения и применения ТСДМ могут служить педагогической основой для дальнейшей разработки исследуемой проблемы в направлениях выявления дидактических аспектов построения и применения кибернетических и имитационных моделей в учебном процессе, индивидуализации и активизации познавательной деятельности обучаемых.

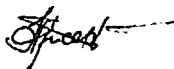
Ш. ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Арсеньев Г.Н. Вопросы построения и методика применения на упражнениях динамических моделей САУ // Обмен опытом по использованию ТСО в учебном процессе: Методические рекомендации. — Киев: КВИРТУ ПВО, 1979. — С. 41-45.
2. Арсеньев Г.Н. Исследование динамических свойств импульсной САУ на АВМ // Основы автоматического управления систем РЭС: Задания и методические рекомендации к лабораторным работам. — Киев: КВИРТУ ПВО, 1983. — С. 55-63.
3. Арсеньев Г.Н. Исследование непрерывных САУ на АВМ при случайном входном полезном и помеховом воздействиях // Там же. — С. 64-72.
4. Арсеньев Г.Н., Михнушев А.Г., Мирталибов А.Я. Основы автоматического управления систем РЭС: Методические рекомендации и задания. — Киев: КВИРТУ ПВО, 1980. — 140 с.
5. Арсеньев Г.Н. О требованиях к техническим средствам практической подготовки курсантов и слушателей // Материалы XIII научно-практической конференции. — Киев: КВИРТУ ПВО, 1984. — С. 87-90.
6. Арсеньев Г.Н., Зайцев Г.Ф. Повышение качества учебных демонст-

раций изучаемых процессов и систем на основе применения портативных аналоговых ЭВМ // Материалы обмена опытом.- Киев: КВИРТУ ПВО, 1978.- С. 10-18.

7. Арсеньев Г.Н. Повышение наглядности обучения // Вестник противовоздушной обороны.- 1984.- № 3.- С. 39-41.
8. Арсеньев Г.Н., Михнушев А.Г. Применение технических средств и методов программирования обучения в учебном процессе: Отчет о НИР "Протон-1": Науч.руководитель Г.Зайцев.- Киев: КВИРТУ ПВО, 1975.- 108 с.
9. Арсеньев Г.Н., Михнушев А.Г. Совершенствование учебного процесса в училище: Отчет о НИР "Обучение-К": Науч.руководитель Г.Зайцев.- Киев: КВИРТУ ПВО, 1976.- Т.3.- С. 35-56.
10. Арсеньев Г.Н. Совершенствование учебного процесса в училище: Отчет о НИР "Обучение-3". Раздел 4: Науч.руководитель Г.Зайцев.- Киев: КВИРТУ ПВО, 1978.- 24 с.
11. Арсеньев Г.Н., Михнушев А.Г. Моделирование в учебном процессе // Вестник противовоздушной обороны.- 1987.- № 12.- С. 68-70.
12. Арсеньев Г.Н., Зайцев Г.Ф., Козырев В.Д. Портативная аналоговая моделирующая установка ПАМУ-1: Документация на экспонаты ВДНХ СССР.- Киев: КВИРТУ ПВО, 1977.- С. 1-6.
13. Арсеньев Г.Н., Михнушев А.Г. Вопросы построения и использования технических средств моделирования в учебном процессе вуза // Тез. докл., Вильнюс, 14-15 дек.- 1987.- ВВКУРЭ.- С. 29-31.
14. Арсеньев Г.Н. Исследование модели импульсной системы на электронной вычислительной машине МН-7 // Задания на лабораторные работы по дисциплине "Основы автоматического управления систем РЭС".- Киев: КВИРТУ ПВО, 1977.- С. 65-73.

15. Арсеньев Г.Н. Исследование непрерывных САУ на АВМ при случайном входном полезном и помеховом воздействиях // Задания на лабораторные работы по дисциплине "Основы автоматического управления систем РЭС".- Киев: КВИРТУ ПВО, 1977.- С. 64-72.
16. Арсеньев Г.Н. Моделирование в реализации дидактических принципов обучения // Материалы обмена опытом.- Киев: КВИРТУ ПВО, 1988.- С. 21-29.
17. Арсеньев Г.Н., Романова И.А. Моделирование как учебное средство в общенаучных и инженерных учебных дисциплинах // Материалы обмена опытом.- Киев: КВИРТУ ПВО, 1988.- С. 30-41.
18. Радиолюбители - школам ДОСААФ // Радио.- 1979.- № 9.- С. 39.
19. Типовые системы автоматического управления РЭТ / Г.Н.Арсеньев, Г.Ф.Зайцев, В.Д.Козырев, А.Я.Мирталибов.- Киев: КВИРТУ ПВО, 1985.- 64 с.



Геннадий Николаевич Арсеньев

ДИДАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ
И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ
В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА

Подписано к печати 21.03.1988 г. Форм. бум. 60x84/16. Учетно-печ. л. 1,51.
Печ. л. 1,5. Усл.-печ. л. 1,46. Зак. 1093. Бесплатно.

Типография КВИРТУ ПВО