PATRICE LUMUMBA PEOPLE'S FRIENDSHIP UNIVERSITY
decorated with the Order of FRIENDSHIP among PEOPLES

جامعة البحرين
المكتبة
LIBRARY
University of Bahrain

جامعة البحرين
المكتبة
LIBRARY
University of Bahrain

N'UMAN MOHAMMED SALEH ALMUSAWI

A Standardized Method of Exploring , Diagnosing and Evaluating the Quality of Knowledge among University Students (Based on Higher Mathematics Course)

DISSERTATION
submitted as a requirement for
the degree of Philosophiae Doctor

Adviser : MICHEEV V.E . , Ph.D

GIFT هدية

MOSCOW
1988

A Standardized Method of Exploring , Diagnosing and Evaluating the Quality of Knowledge among University Students

A B S T R A C T

The aim of the present study was to develop a standardized method of exploring , diagnosing and evaluating the quality of knowledge among university students .

By the term " quality of knowledge " is meant the objective characteristics of knowledge which are demonstrated as a result of the individual pursuit of the student and which define the level of his grasp of scientific skills and information qualitatively and quantitatively . Russian educators have produced several qualities of knowledge such as comprehensiveness (bulk of knowledge) , depth (the degree of the essential correlations between different aspects of knowledge) , organization (the hierarchical succession of knowledge) and other qualities .

The depth of knowledge was chosen as one of the important qualities (properties) of knowledge . The researcher proposed the hypothesis that understanding the psychological mechanism of the formation of depth of knowledge on the side of the learner as embodied in the level of his attainment of a specific skill within the framework of a concrete educational subject would allow to reveal in a more comprehensive way the content of this psychological attribute , and to construct the instrument appropriate for its measurement , diagnosis and evaluation .

In connection with this research methodology the study focused on seeking the answers to the following questions :
1 - What are the psychological and educational contents of the depth of knowledge as a quality of knowledge ?
2 - How to measure, diagnose and evaluate the level of formation of the depth of knowledge among university students ?

In order to fulfill this task the researcher suggested a method of exploring , diagnosing and evaluating the depth of knowledge that enables the construction of a standardized test as a part of the system of evaluation of quality of knowledge . The method includes the following main stages :

1 - Exploring the elements of knowledge reflecting the test content .
2 - Selecting and constructing test items .
3 - Establishing specific directional rules for scoring the test .
4 - Administering the initial form of the test to a pilot sample of subjects .
5 - Performing item analysis and determining test validity and reliability .
6 - Analyzing test results qualitatively and quantitatively .
7 - Improving test items and preparing the final form of the test .

The suggested method was tested within a concrete skill in higher mathematics , that is , finding the derivative of some elementary functions using the rules and formulas from the table of derivatives . Subjects were a representative sample of 120 students randomly selected from the agricultural faculty at the People's Friendship University in the Russian Federative Republic in the Soviet Union . Computer was utilized for the factor analysis of the test results .

As the new standardized method had exhibited a high efficiency in diagnosing the level of formation of the depth of knowledge in comparison with the traditional evaluative methods , the researcher demonstrated its possible application to a wider range of qualities of knowledge measured among different samples of students within identical subjects .

The researcher also recommended applying the method to achieve the following objectives :
1 - To perform an express - evaluation of the level of formation of a given scientific skill among university students within a specific topic during the period of the lesson .
2 - To construct qualitative as well as quantitative tools for measuring the extent to which the student acquired a given skill .
3 - To improve teaching methods and evaluative techniques at the universities and institutes .
4 - To build more comprehensive and more accurate criteria upon which to determine the level of formation of quality of knowledge among students .

ОРДЕНА ДРУЖБЫ НАРОДОВ
УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ имени ПАТРИСА ЛУМУМБЫ

На правах рукописи
УДК 378.146

НОАМАН МУХАММЕД САЛЕХ АДНАН

СТАНДАРТИЗИРОВАННАЯ МЕТОДИКА ОПИСАНИЯ, ОЦЕНКИ И ДИАГНОСТИКИ КАЧЕСТВ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

(на материале курса высшей математики)

Специальность 13.00.01 - теория и история педагогики

Д И С С Е Р Т А Ц И Я

на соискание ученой степени кандидата
педагогических наук

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ
кандидат педагогических наук
доцент В.И.Михеев

Москва - 1988

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

Глава I. КАЧЕСТВА ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ КАК ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПЕДАГОГИКЕ I3

I.I. Основные подходы к изучению качеств знаний учащихся в психолого-педагогических исследованиях I3

I.2. Средства контроля и оценки качеств знаний учащихся на современном этапе 35

I.3. Методы обработки результатов измерений в психолого-педагогических исследованиях 57

Глава П. МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ СТАНДАРТИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ ОЦЕНКИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ 66

2.I. Деятельностный подход к изучению качеств знаний учащихся 66

2.2. Глубина знаний и механизм формирования ее у студентов 83

2.3. Средства измерения глубины знаний студентов и методы обработки результатов тестирования I00

Глава Ш. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПОСТРОЕНИЯ И ОТЛАДКИ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ТЕСТА (на материале курса высшей математики) I30

3.I. Построение и организация педагогического теста I30

3.2. Обработка результатов педагогического тестирования I43

3.3. Проверка эффективности разработанной методики и прикладные задачи педагогического тестирования I72

ЗАКЛЮЧЕНИЕ I84

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ I89

ПРИЛОЖЕНИЯ 205

ВВЕДЕНИЕ

А к т у а л ь н о с т ь. Сегодня перед высшей школой стоит важная задача - обеспечить высокий уровень профессиональной подготовки специалистов в соответствии с требованиями научно-технического прогресса.

В условиях развернувшейся перестройки системы высшего и среднего специального образования первостепенное значение имеет всемерная интенсификация учебного процесса, что требует фундаментализации обучения и повышения качества знаний учащихся. Проблема повышения качества знаний учащихся нашла отражение в "Основных направлениях реформы общеобразовательной и профессиональной школы" /5/, а также в "Основных направлениях перестройки системы высшего и среднего специального образования" /6/, что подтверждает ее актуальность и своевременность.

Перестройка высшей школы диктует необходимость перехода к формированию специалистов широкого профиля, сочетающих глубокие фундаментальные знания и обстоятельную практическую подготовку, способных к оперативной смене и профессиональной доквалификации в соответствии с быстрым научно-техническим прогрессом. Поэтому качественная подготовка специалистов неразрывно связана с повышением качества приобретаемых студентами знаний в процессе вузовского обучения.

Под качеством знаний мы понимаем объективную характеристику, присущую самим знаниям, выступающим как результат учебной деятельности и характеризующую уровень усвоения учащимся научных знаний и качество такого усвоения. Согласно принятому толкованию в советской дидактике, к качествам знаний относятся полнота и глубина, системность и систематичность, развернутость и сверну-

тость, конкретность и обобщенность, гибкость и оперативность, осознанность и действенность, прочность и точность знаний.

Советскими дидактами и психологами внесен важный вклад в раскрытие содержания качеств знаний. К числу работ, посвященных этому вопросу, относятся работы В.П.Беспалько, Л.Я.Зориной, Р.Ф.Кривошаповой, Э.А.Красновского, И.И.Кулибабы, И.Я.Лернера, М.Н.Скаткина и др. /24, 63, 70, 77, 81, 87, 95/. В исследованиях этих авторов описана целостная система качественных показателей знаний, определены пути формирования у учащихся качеств знаний, даны методические рекомендации применения отдельных качественных показателей к разному типу учебного материала.

Вместе с тем содержательная и психологическая сторона качеств знаний еще недостаточно изучена, т.к. до сих пор отсутствует разработанность единых, стандартизированных, с точки зрения методологии исследования, средств оценки качеств знаний и их контроля в условиях как школьного, так и вузовского обучения.

Таким образом, актуальность проблемы раскрытия содержания качеств знаний учащихся обусловлена, главным образом, все более возрастающим противоречием между научно-теоретическим уровнем содержания обучения и недостаточной разработкой содержательных основ качеств знаний, позволяющих не только описывать качества знаний учащихся, но и конструировать средства их измерения, оценки и диагностики.

Вопрос измерения, оценки и диагностики качеств знаний - это второй аспект проблемы повышения качества знаний учащихся, который нашел свое освещение в трудах С.И.Архангельского /17, 19/, Б.П.Битинаса /26/, Л.Б.Ительсона /67/, В.И.Михеева /107/, Г.А.Сатарова /139/ и др. Естественно, что вопрос "что измерить" и "как измерить" тесно связаны между собой. Поэтому особое значение при-

обретает вопрос разработки соответствующих средств измерения качеств знаний учащихся и приложения их в практике решения различных педагогических задач обучения.

Несмотря на многочисленные исследования советских и зарубежных педагогов и психологов /к последним следует отнести работы А.Анастази /I5/, С.Стивенса /I48/, П.Суппеса, Дж.Зинеса /I49/, И.Пфанцагля /I33/ и др./ в области педагогической и психологической диагностики, проблема разработки стандартизированных средств измерения и оценки качеств знаний учащихся находится пока на стадии поисковых исследований и ждет своего конструктивного решения.

Итак, существующее противоречие между необходимостью формирования качеств знаний студентов и недостаточной разработанностью их содержания и определило п р о б л е м у нашего исследования - содержание качеств знаний учащихся, методы их описания и диагностики в условиях вуза.

О б ъ е к т о м исследования являются качества знаний как свойства учебной деятельности студентов вуза. В качестве предмета исследования выступает содержание глубины знаний, методы и средства измерения уровня сформированности у студентов вуза глубины знаний при изучении курса высшей математики.

Ц е л ь исследования - разработка стандартизированной методики описания, оценки и диагностики качеств знаний студентов в высшей школе. Под стандартизированной методикой мы понимаем совокупность "приемов, связанных с основным способом сбора, обработки и анализа" результатов первичных измерений, получаемых в итоге педагогического тестирования /I76, с. 3I/.

В соответствии с целью исследования были поставлены следующие з а д а ч и :

I. Определение состояния разработанности проблемы исследова-

ния на основе анализа психолого-педагогической, учебно-методической литературы и передового педагогического опыта.

2. Проведение теоретического анализа качеств знаний и определение специфики различных подходов к их психолого-педагогической трактовке.

3. Раскрытие содержания глубины знаний и разработка средств измерения и оценки глубины знаний студентов.

4. Построение и отладка диагностического теста, направленного на выявление уровня сформированности глубины знаний у студентов в рамках рассматриваемого умения из курса высшей математики вуза.

5. Формирование качественных и количественных /метрических/ шкал измерений уровня сформированности у студентов глубины знаний в рамках конкретного предметного умения.

6. Оценка основных характеристик педагогического теста: надежности, валидности, трудности тестовых заданий и степени их соответствия целевым установкам обучения в вузе.

7. Проверка эффективности внедрения разработанной методики в практику обучения в вузе.

В качестве основной рабочей г и п о т е з ы было выдвинуто предположение о том, что понимание психологического механизма формирования глубины знаний как педагогической характеристики умения позволяет точнее раскрыть ее содержание и построить научно-обоснованные средства измерения, оценки и диагностики глубины знаний.

Основную рабочую гипотезу можно раскрыть в следующих положениях:

I. Понимание психологического механизма формирования глубины знаний как педагогической характеристики уровня сформированности у обучаемого данного умения позволяет качественно раскрыть содер-

жание глубины знаний.

2. Раскрытие содержания глубины знаний как объекта измерения /ОИ/ позволяет поставить вопрос о разработке методики описания, диагностики и оценки уровня сформированности глубины знаний, в которой были бы увязаны в комплексе все процедурные стороны педагогического тестирования вплоть до обработки результатов измерений глубины знаний.

3. На основании содержательной интерпретации результатов тестирования появляется возможность не только уточнить модель содержания ОИ путем более четкого описания связей и отношений между понятийными и эмпирическими признаками ОИ, но и улучшить средства измерения и оценки качеств знаний студентов вуза.

М е т о д о л о г и ч е с к о й о с н о в о й исследования явились труды основоположников марксизма-ленинизма, в частности те работы, в которых раскрывается роль деятельности в формировании и развитии у обучаемых определенных качеств знаний, умений и навыков в процессе познаний объективной реальности. В своем исследовании мы также опирались на работы известных советских и зарубежных педагогов и психологов, в которых описывается целостная система качественных показателей научного знания, определяются дидактические и психологические условия их формирования и пути их совершенствования. Руководствуясь методологией педагогического исследования при определении качеств знаний в терминах и понятиях педагогической науки, нами был использован понятийно-терминологический аппарат педагогики с уточнением предметного языка. При решении поставленных задач была использована следующая система м е т о д о в педагогического исследования: анализ трудов советских и зарубежных ученых-педагогов, психологов и социологов по вопросам методологии педагогического исследования; сис-

темный анализ психологической и педагогической литературы, посвященной вопросу формирования и измерения качеств знаний; обобщение педагогического опыта; наблюдение за результатами деятельности студентов; анкетирование и беседы со студентами; тестирование уровня сформированности у студентов глубины знаний в условиях вузовского обучения; статистические методы качественной и количественной обработки экспериментальных данных в психолого-педагогических исследованиях.

Достоверность результатов обеспечивалась тем, что на этапах сбора и получения педагогической информации использовались научно-обоснованные процедуры тестирования, корректно применялись методы математической статистики при обработке данных педагогического эксперимента.

Научная новизна работы заключается в том, что в ней впервые раскрыт и строго обоснован деятельностный подход к изучению качеств знаний учащихся в высшей школе; выявлен и описан психологический механизм формирования глубины знаний как свойства учебной деятельности студентов; впервые дано определение глубины знаний как педагогической характеристики уровня сформированности у обучаемого умения как обобщенного действия; впервые с единых методологических позиций разработана методика описания и диагностики качеств знаний студентов в высшей школе в рамках конкретного учебного курса.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что в ней выбраны позиции, позволяющие с единой методологической основы осуществлять теоретический анализ качеств знаний учащихся и внести определенный вклад как в уточнение предметного языка педагогики высшей школы, так и в создание стандартизированных методик, пригодных для массового обследования опреде-

ленных сторон деятельности студентов, их состояний на различных этапах обучения. Указанные методики с применением методов формализации педагогического опыта и вычислительных процедур с помощью ЭВМ выступают в качестве средств для получения научно-педагогической информации о состоянии учебно-воспитательного процесса вуза и о путях его совершенствования.

П р а к т и ч е с к а я з н а ч и м о с т ь работы определяется тем, что разработанная нами методика остается инвариантной для исследования других качеств знаний /системности, оперативности, действенности и др./ на материале других смежных предметов /физики, химии, теоретической механики/ и имеет поэтому общедидактическое и общеметодологическое значение, т.к. процедуры ее разработки, проверки и применения имеют единый, стандартный характер. На базе созданной методики появляется возможность по-новому конструировать и широко внедрять диагностические тесты, способные выявить и оценить уровень сформированности у обучаемого данного качества знаний, а главное, наметить пути совершенствования этого качества путем внесения соответствующих корректировок в методику обучения в рамках конкретного учебного предмета.

Разработанная методика позволяет также внести определенную ясность в решение одного из важных вопросов педагогики высшей школы - вопроса объективизации оценки учебной деятельности студента, устранения формализма и субъективизма в оценивании результатов обучения в целом.

Разработанная нами методика позволяет решать следующие задачи:

I. Оценить уровень сформированности у студентов данного предметного умения и определить пути его совершенствования.

2. Провести экспресс-оценку уровня глубины знаний студентов по рассматриваемому предметному умению /предмету/ путем внедрения

разработанного диагностического теста в учебный процесс вуза.

3. Построить качественные и количественные /метрические/ шкалы измерений, с помощью которых можно оценить уровень сформированности у студентов исследуемого качества знаний.

4. Повысить эффективность организации и проведения семинарских и практических занятий, а также самостоятельной работы студентов вуза.

5. Совершенствовать методику преподавания высшей математики иностранным студентам агрономических и инженерно-технических специальностей.

6. Выявить место конкретного исследования в иерархии оценки других качеств знаний.

7. Разработать более четкие, научно-обоснованные критерии уровня сформированности качеств знаний.

Следует также очертить к о н т у р ы нашего исследования. Во-первых, нами разработана стандартизированная методика для диагностики качеств знаний на примере конкретного качества знаний - глубины знаний студентов; последующее развитие исследования может быть продолжено на основе рассмотрения другого качества знаний при иных условиях протекания учебного процесса. Во-вторых, нами подробно исследуются различные процедуры формирования качественных и количественных шкал измерений глубины знаний обучаемого. Однако, вопрос применения таких шкал в учебном процессе вуза для решения различных методических задач в работе не рассматривался.

О с н о в н ы е п о л о ж е н и я , в ы н о с и м ы е н а з а щ и т у :

I. Качество знаний - это целостное свойство учебной деятельности, присущее самим знаниям как результатам деятельности обучаемого и характеризующее уровень усвоения учащимся научных знаний.

2. Разработка единой, стандартизированной методики описания и диагностики качеств знаний возможна лишь на основе понимания психологического механизма формирования качества знаний как свойства учебной деятельности обучаемого.

3. Анализ качества знаний как объекта измерения требует раскрытия его содержания через систему понятийных и эмпирических признаков, которые поддаются учету и измерению.

4. Глубина знаний - это педагогическая характеристика уровня сформированности у обучаемого определенного умения.

5. На базе разработанной модели содержания глубины знаний как объекта измерения появляется возможность наметить все необходимые этапы и процедуры построения и отладки диагностического теста, направленного на выявление уровня сформированности у обучаемого глубины знаний, и выбрать адекватные статистические методы обработки результатов тестирования.

6. Разработанный нами инструментарий открывает широкие возможности для более эффективного внедрения педагогических тестов в учебный процесс вуза с целью объективизации оценки учебной деятельности студентов и совершенствования методики преподавания в вузе.

7. Структуризация и построение модели свойства деятельности обучаемого позволяет не только формировать качественные шкалы для оценки уровня проявления у обучаемого эмпирического признака, но и строить количественные /метрические/ шкалы, определяющие успешность формирования у обучаемого предметного умения. Тем самым качество знаний как объект исследования рассматривается в своей внутренней, качественной и количественной, целостности.

А п р о б а ц и я результатов исследования проводилась на сельскохозяйственном факультете Университета дружбы народов имени

Патриса Лумумбы. Основные положения диссертационной работы обсуждались на кафедре русского языка основных факультетов УДН. Результаты докладывались: на Всесоюзном научно-исследовательском семинаре - "Применение кибернетики, логики и математики в педагогике и психологии" /Москва, I988 г./, в НИИ общей педагогики АПН СССР, на кафедре высшей математики, на XXП и XXШ научных конференциях факультета физико-математических и естественных наук УДН, а также на IX и X научных Конференциях молодых ученых этого факультета. Основное содержание диссертационной работы отражено в депонированных и опубликованных работах автора /II7-I20/.

С т р у к т у р а и о б ъ е м р а б о т ы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложения. Объем работы составляет I88 страниц. В диссертации приводится 9 рисунков и I7 таблиц. Список использованной литературы содержит I87 наименований.

Глава I. КАЧЕСТВА ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ КАК ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПЕДАГОГИКЕ

I.I. Основные подходы к изучению качеств знаний учащихся в психолого-педагогических исследованиях

Методологической основой изучения содержания качеств знаний в вузе является диалектический материализм, утверждающий взаимосвязь всех процессов и явлений в реальной действительности.

Всеобщая связь и взаимообусловленность проявляется во всех формах материи на разных этапах ее развития. Поэтому действительное знание о предмете складывается при возможно полном охвате всех его сторон, связей и опосредований. "Необходимо, - писал В.И.Ленин, - рассматривать всю совокупность многоразличных отношений этой вещи к другим" /3, с. 202/. Следовательно, каждый предмет, каждое явление представляет собой совокупность характерных для него особенностей, а их изучение представляет важный аспект любого исследования, в том числе и психолого-педагогического.

Понятие качества в диалектике рассматривается как некоторая определенность предмета познания, которая выражается "целостной и относительно устойчивой совокупностью признаков, определяющих его специфику и черты сходства с другими предметами" /103, с. 75/. В диалектическом единстве качественной и количественной определенности предметов ведущее место принадлежит качеству, ибо коренные изменения предметов или явлений происходят на основе присущего им качества.

В педагогике понятие "качество" не выделяется как самостоятельное понятие, а рассматривается только в контексте с другими понятиями педагогики, к которым относятся такие ключевые понятия,

как "знания", "усвоение знаний", "уровень усвоения знаний", а также "качество знаний", определение и уточнение содержания которых должно опираться на некоторое системное представление об учебно-воспитательном процессе в целом, что возможно получить лишь на основе качественного рассмотрения педагогических явлений и раскрытия противоречий, обусловленных внутренней их природой. В этом плане проблема формирования и развития определенных качеств знаний у обучаемых является одной из актуальных проблем педагогики, которая требует поиска новых, более конструктивных подходов к своему решению. Естественно, что сама проблема в своем содержании не нова: ее постановка имеет свою историю, а решение издавна привлекало внимание педагогов-исследователей. Вместе с тем на различных этапах становления высшей школы она решалась поразному, в зависимости от уровня научного видения и своеобразия психологических и педагогических взглядов /34, 64/.

Анализ психолого-педагогических исследований, посвященных проблеме формирования и развития качеств знаний обучаемых, позволил выделить несколько направлений в разработке проблемы, которые можно сгруппировать в рамках следующих подходов: уровневый /В.П.Беспалько, В.И.Травинский и др./; поэлементарный /Р.Ф.Кривошапова, В.М.Полонский и др./; собственно-качественный /Э.А.Красновский, Т.Л.Коган, М.Н.Скаткин и др./ и структурно-функциональный /И.И.Кулибаба, И.Я.Лернер, И.Ломпшер и др./.

В уровневом подходе, основы которого представлены в работах В.П.Беспалько /23, 24/, В.И.Травинского /I56, I57/, качество усвоения обучаемых научных понятий, законов, теоретических положений градуируется на четыре уровня, соответствующие различным видам деятельности обучаемого. Деятельность учащегося в этом плане мо-

жет приобретать репродуктивный, продуктивный и творческий характер. Виды деятельности соотносятся с ее конкретным результатом: распознаванию соответствуют знания на уровне знакомства учащегося с учебным материалом; воспроизведению знаний соответствуют знания-копия; на уровне применения знаний по эталонному образцу мы сталкиваемся с другим результатом деятельности: знаниями-умениями; и, наконец, на 4-ом уровне обучаемый применяет знания в новой, совершенно незнакомой ситуации. Здесь мы имеем дело со знаниями-трансформацией /24, с. 47/.

Основной недостаток этой концепции отмечался в ряде педагогических работ /75, с. 22; I5I, с. 25/: отсутствие критериев, позволяющих отделить уровни друг от друга и построить адекватную систему задач, ибо уровни выделены по внешней форме деятельности и относятся сразу к очень сложным комплексам. Сложность такого комплекса как воспроизведения знаний очень убедительно раскрыта в работах советского психолога А.А.Смирнова /I46/. Он считает, что на уровне воспроизведения можно различать деятельность буквальной продукции, когда участвует в основном память, и деятельность реконструирующего воспроизведения. Репродукция проявляется в отборе и отсеве материала, в изложении главного, обобщении и разнообразных заменах слов и отдельных выражений. Как указывает А.А.Смирнов /I46, с. I5I/, формы отступления от подлинника, наблюдаемые при реконструирующем воспроизведении весьма разнообразны: замена одного содержания другим, равнозначным по смыслу, по степени обобщения и детализации; дополнения, выходящие за пределы подлинника; конкретизация того, что дано в более общем и сжатом виде. А.А.Смирнов подчеркивает, что реконструирующее воспроизведение полного и точного оригинала не дает. Точное воспроизведение есть одновременно и сохранение информации и ее изменение и усвоение.

Воспроизведение, таким образом, выступает здесь как сложная деятельность, включающая и обобщение, и выделение главного. Именно эта мыслительная деятельность и составляет психологическое ядро воспроизведения.

Некоторой разновидностью уровней усвоения знаний, выделенных В.П.Беспалько, является классификация, данная В.И.Травинским /I57/. Автор выделяет четыре уровня знаний, показывающих степень познавательной деятельности обучаемых: уровень фактических знаний; понимание; аналитико-синтетическую деятельность; творческую деятельность. Выделенные уровни не связаны со спецификой познавательного процесса, которая свойственна каждому виду знания, поэтому они не показывают, насколько в знаниях учащихся представлена структура свойств, связей и отношений объективной реальности.

Таким образом, уровневый подход стоит ближе к типизации личностных особенностей усвоения учащимся знаний, чем к описанию объективных, логико-гносеологических основ усвоения, поэтому он недостаточен для выявления и оценки уровня сформированности качеств знаний учащихся. В то же время идея использования характеристик, отражающих степень познавательной деятельности учащихся исключительно важна для качественного анализа знаний учащихся, т.к. она позволяет дифференцировать личностные особенности усвоения учащимся учебного материала, его воспроизведение, понимание и творческое применение.

Поэлементарный подход, нашедший отражение в работах Р.Ф.Кривошаповой /80, 8I/, В.М.Полонского /I30/, А.В.Усовой /I6I/ и др., заключается в произвольном выборе элементов знания, основанном на интуиции и опыте специалистов. Выбору элемента всегда предшествует структурный анализ учебного материала, что и составляет преимущество поэлементарного анализа перед уровневым подходом. Однако

информативная и диагностическая ценность этого подхода к оценке качеств знаний учащихся зависит от обоснованного выбора элементов знания, который, в свою очередь, является следствием понимания логики процесса обучения и усвоения знаний в целом.

По-существу, поэлементарный подход связан с представлением качества знаний как количественного состава разнотипных элементов знаний и умений учащихся. В.М.Полонский /I30/ сделал попытку обосновать поэлементарный анализ как собственный метод, включающий последовательность действий, ведущих к выполнению значимых элементов знаний, где определение значимости элементов строится на основе количественного, вероятностного подхода к выявлению их веса с применением таких качественных и количественных критериев значимости, как повторяемость элемента, важность единицы знаний, ее структура и т.д. Следует особо подчеркнуть, что при таком подходе в зависимости от предлагаемых заданий реальные ответы учащихся несут информацию не только об элементах знания, но и об умениях и навыках. К этому добавим, что многие исследователи /I30, I6I/ считают, что поэлементарный подход является достаточно разработанным и объективным подходом к раскрытию содержания качеств знаний обучаемых, поскольку он направлен на детальное изучение усваиваемого знания. Вместе с тем содержательный анализ данного подхода позволяет утверждать, что и он не лишен определенных недостатков: подход достаточно эмпиричен в выявлении количественных показателей в структуре развивающегося знания, а в методологическом плане не ведет к уточнению содержания качеств знаний в силу слабой инструментальной разработанности.

В этом плане третье направление в исследовании советских дидактов - собственно-качественный подход - позволяет вести разработку дифференциальных показателей качества знаний. Здесь обосно-

вание значимости выделенных показателей - одна из центральных задач собственно-качественного подхода, где сами показатели качества знаний выступают как выражение общих представлений о целях обучения, требованиях общества к результатам обучения, свойственных каждому периоду развития школы и педагогической науки. Особый характер в рамках рассматриваемого подхода приобретают исследования М.А.Данилова, И.Т.Огородникова, М.Н.Скаткина, С.Г.Шаповаленко /54, I23, I45, I7I/, которые стремятся учесть и описать разные стороны в качественной структуре знаний учащихся. При выделении отдельных показателей качества знаний авторы руководствуются критериями существенности, значимости показателей для характеристики знаний, полноты и разносторонности в описании результатов обучения. В каждом конкретном случае, в зависимости от поставленных целей и задач, обсуждаются различные показатели качества, предлагаются различные их наборы и описания. В некоторых работах ставится цель оптимального сочетания качеств знаний, в своей совокупности характеризующих учебные достижения учащихся. Примером тому служит работа сотрудников лаборатории дидактики НИИ ОП АПН /70/, в которой выделены двенадцать показателей качества знаний. Ценность этой работы в том, что в ней с достаточной глубиной и ясностью описаны качества знаний, а главное, определены педагогические условия их формирования у обучаемых, способы их проверки и пути их совершенствования.

При собственно-качественном подходе к изучению качеств знаний педагоги исходят из установления качественного соотношения знаний учащихся учебному материалу, что позволяет им ближе подойти к описанию качеств знаний с учетом их психолого-педагогической направленности. Вместе с тем, при всех достоинствах данного подхода, он не позволяет в полной мере решить вопрос об оценке уровня

сформированности у обучаемых определенных качеств, так как за его пределами остается качественный анализ деятельности учащегося, на основе которого и возможно, на наш взгляд, решение поставленной проблемы.

Несомненно, что в условиях перестройки системы высшего и среднего образования, породившей огромные возможности использования в педагогических исследованиях и в массовом анализе знаний учащихся ЭВМ, проблема разработки качеств знаний стала еще более актуальной, а разработка критериев эффективности педагогического процесса приобрела бóльшую значимость. Вполне очевидно, что практическая ценность знаний учащихся должна определяться не "вообще" в комплексе отдельно выделенных свойств, а функционально, т.е. с точки зрения конкретных целей обучения - повышения уровня знаний учащихся, их умственного развития.

Поэтому современный этап в решении проблемы описания качеств знаний можно назвать системно-структурным. Он характеризуется, с одной стороны, детализацией, уточнением признаков каждого качества, а с другой, - укрупнением, обобщением, систематизацией качеств по отношению к отдельным целям обучения и к качественной структуре знаний учащихся в целом. В этой связи существенно возросла роль и весомость структурно-функциональных направлений в разработке содержания качества знаний, которые нашли отражение в работах В.П.Мизинцева /I05/, В.И.Огорелкова /I22/ и др.

Специфика структурно-функционального подхода состоит в расчленении каждого из показателей качества знаний в структурном и функциональном отношении, т.е. в признаках, раскрывающих количественную сторону показателей и их функциональную значимость. При этом, переосмысление показателей качеств знаний в рамках данного подхода протекает в двух направлениях: эмпирическом, где применя-

ется попытка на практике выделить некоторые показатели качества и их отдельные признаки, и теоретическом, где ведется разработка методологических подходов к моделированию системы показателей качества знаний. Эмпирический подход наиболее ярко прослеживается в работах, представленных на конференциях 1973-1975 гг. /7, 9/, организованных лабораторией усвоения НИИ СиМО АПН. Эти работы носят сугубо методический характер. К работам методологического плана, посвященных моделированию системы показателей, относятся работы как зарубежных ученых И.Ломпшера, Б.Блума, С.Т.Тарлевой, Ш.Надь, так и советских дидактов, таких как И.И.Кулибаба и И.Я.Лернер /85, 93/ и др.

Введенная зарубежными исследователями систематизация качественных показателей знания несколько отличается от традиционного подхода к изучению объекта исследования. Так, И.Ломпшер /99/ выделяет четыре главных функциональных направления, каждое из которых направлено на установление соответствия знания учащихся структуре научного знания: показатели, характеризующие адекватность знаний учащихся объективной реальности; показатели применяемости знаний; показатели личностной значимости знаний; показатели "временного аспекта знаний". Перечисленные показатели выражают степень развития знаний, проникновения в сущность изучаемых явлений /от познания отдельных признаков объективной реальности через иерархию уровней обобщения к целостной структуре системы знаний/.

Не останавливаясь подробно на этой классификации, укажем только, что она представляет для нас определенный интерес в связи с двумя важными моментами: во-первых, качество знаний учащихся и их умственное развитие во многом определяются структурностью и системностью усвоенных ими знаний, и, во-вторых, необходимо учитывать и личностные особенности усвоения учащимися знаний и опреде-

лить критерии оценки качества такого усвоения.

К работам советских исследователей, касающихся моделирования системы показателей, следует отнести работы И.Я.Лернера /92-95/, в которых показатели качества функционально разделяются по двум основаниям: первый - 4-хкомпонентный состав содержания образования, второй - виды знаний. На основе соотнесения состава содержания образования с видами знаний И.Я.Лернер выделяет на каждом этапе определенные качества знаний, соответствующие данному компоненту содержания образования. Например, знания о природе и способах деятельности /I-й компонент/ характеризуют такие качества знаний, как полнота, глубина, системность и др.

Приведенные примеры позволяют сделать определенный вывод: подходы советских и зарубежных исследователей-дидактов к разработке качеств знаний во многом сходны, т.к. при методологическом обосновании системы показателей исследователи структурно-функционального подхода используют самые общие признаки их различения, оставляя открытым вопрос об их измерении, оценке и контроле.

Большой вклад в теорию и практику анализа качеств знаний обучаемых внесли работы коллектива лаборатории уровней усвоения НИИ СиМО под руководством И.И.Кулибабы /75-78; 85-87/. В исследованиях этих авторов рассматривается целостная система показателей качества усвоения знаний, в структуру которой включены три группы, характеризующие различные уровни усвоения /87, с. II-I3/: предметно-содержательная группа /полнота, обобщенность, системность знаний/; содержательно-деятельностная /глубина, прочность знаний/ и содержательно-личностная /сознательность, осознанность знаний/.

Основными положениями, на которых должна строиться разработка качеств знаний, авторы считают требования, предъявляемые к знаниям, умениям и навыкам учащихся. Требования являются предельно конкретным выражением результатов усвоения знаний, допускающим

не только качественную, но и количественную оценку уровня усвоения знаний. Структура требований к знаниям, умениям и навыкам учащихся позволяет выделить признаки, с помощью которых можно охарактеризовать качественные особенности содержания усваиваемого материала, наметить конкретные действия учащихся и оценить уровень сформированности соответствующих качеств знаний.

Достоинством такого подхода, на наш взгляд, является единое, целостное рассмотрение качеств знаний под углом трех взаимосвязанных вопросов: единиц учебного материала, имеющих структуру усвоения, качества усвоения и деятельностных характеристик, раскрывающих содержание каждого качества. Однако, предпринятая авторами попытка описать цели обучения в системе качественных характеристик знания не позволяет раскрыть содержание такого многогранного понятия, как качество знаний обучаемых, поскольку цели обучения неотделимы от конкретного его содержания. Но само содержание обучения является не чем иным, как предметно-ориентировочной проекцией учебной деятельности. Именно поэтому и возникает задача раскрытия той деятельности, которая вовлекает это содержание в качестве своего условия, компонента или результата. Более того, именно на основе анализа содержания этой деятельности и появляется реальная возможность приступить к раскрытию содержательных сторон качеств знаний обучаемых и построить единую, стандартизированную методику их описания и диагностики.

Таким образом, дидактические работы, посвященные рассмотрению качеств знаний обучаемых, демонстрируют пестроту различных подходов к изучению качественных характеристик знаний. Характерным для анализируемых работ является размытость понятия качеств знаний, отсутствие четкой структуризации педагогических концепций, что обусловлено недостаточной изученностью объекта исследования.

Наличие различных подходов лишний раз подтверждает актуальность изучения содержания качеств знаний и выработки нового видения, когда в основу описания системы качеств знаний кладется анализ учебной деятельности обучаемого. Такой подход позволяет, на наш взгляд, рассмотреть качества знаний в единой, целостной системе, что значительно снизило бы определенные трудности в уточнении содержания таких понятий, как "знания" и "качество знаний", которые в силу многих причин имеют многозначное толкование.

Согласно одной из распространенных трактовок, знания учащихся есть "результат педагогической направленности усвоения фактов, понятий, законов науки, в которых отражены закономерности развития природы и общества. Знания являются орудием мышления и преобразования мира" /I28, с. 404/. Весьма созвучно с этим определением и то, которое дается в учебнике по педагогике, написанном рядом преподавателей ЛГПИ им.Герцена, где знания учащихся трактуются как "главный компонент образования, представляющий собой обобщенный опыт человечества в субъективном преломлении учащихся" /I27, с. 259/. М.Н.Скаткин определяет знание как "многоуровневую систему свойств, отношений реальных объектов действительности и продвижения учащихся в процессе усвоения от сущности низшего порядка к более глубинной сущности" /I44, с. 27/. Из приведенных определений хорошо видно, насколько обща трактовка понятия "знания учащихся", что ведет к многозначности толкования понятия "качество знаний". Так, исходя из определения качества и из принципиальной возможности многообразия и бесчисленного качества предмета, Э.А.Красновский и Т.Л.Коган /87/ определяют качество знаний как "целостную различимость различных групп знаний", понимая под знанием результат усвоения содержания учебного предмета. Важен для авторов вопрос о том, что в результате самого процесса усвое-

ния и как его анализировать, чтобы выявить различные группы качеств знаний. З.Г.Григорьева в своих работах /45, 46/ дает несколько иное, более широкое определение этого понятия: "качество знаний, - пишет она, - это совокупность взаимосвязанных сторон учебно-воспитательной деятельности учащихся - обученность, развитость, воспитанность" /46, с. 27/. При этом автор рассматривает качества знаний как отдельные показатели качества усвоения, т.е. действия учащихся с моделями, фиксирующими скрытые сущностные связи и отношения действительности, отраженные в знаниях. Приведенные выше определения раскрывают различные подходы к трактовке качества знаний. Нам же представляется важным при определении данного понятия увязать его содержание с объективными характеристиками деятельности обучаемого, что позволило бы не только раскрыть сущностные стороны самого понятия, но главное, выйти на измерительную основу и разработку соответствующего инструментария. В этом плане заслуживает внимания целый ряд диссертационных исследований, где были предприняты такого рода попытки. К ним следует отнести работу В.М.Андрушака /I6/, в которой автор раскрывает научно-педагогические основы повышения качеств знаний и дает характеристику наиболее эффективных путей повышения уровня знаний учащихся. В диссертационном исследовании З.Г.Григорьевой /45/ критически анализируются различные подходы к качественному описанию научного уровня знаний, выявление которого, по мнению автора, состоит в определении глубины познания учащимся свойств и отношений действительности, которая соответствует данному этапу изучения учебного материала. В работе выдвигается идея о том, что "наиболее эффективной формой передачи социального опыта в процессе усвоения знаний и описания научного знания учащихся является форма содержательного обобщения" /45, с. 77/. Особое внимание заслу-

живает мысль автора о том, что показатели качеств знаний учащихся выступают как объективные характеристики усвоения и определяются как "действия учащихся с моделями, инвариантно раскрывающими структуру изучаемого знания в форме содержательного обобщения" /45, с. I88/. Однако, качество знаний отождествляется автором с некоторыми действиями учащихся с моделями, а их учебная деятельность, в сущности, сводится лишь к овладению учащимся социально-детерминированными способами действия. Диссертационное исследование Л.Я.Зориной /62/ целиком посвящено изучению системности знаний, путей ее формирования у старшеклассников. Л.Я.Зорина впервые определяет системность как такое качество знаний, которое характеризует наличие в сознании обучаемого структурных связей, адекватных связям между постулатами теории и следствиями из нее, между научными фактами и постулатами /63, с. I4/. В других диссертационных работах, посвященных изучению различных качеств знаний /47, 48, II9, I62/, авторы с определенных позиций анализируют такие качества, как действенность, точность, прочность и системность.

Характерным для перечисленных диссертационных исследований является то, что они изучают качества знаний не в системе взаимосвязанных и взаимообусловленных показателей знаний, а в рамках отдельно взятых качеств знаний: системности /Л.Я.Зорина и М.А.Ушакова/, точности /В.И.Гроздева/, действенности /В.Н.Гринева/. Наряду с ограниченностью охвата, названные диссертационные работы страдают отсутствием четкого, методологически обоснованного подхода к построению системы качественных показателей знаний, что затрудняет изучение вопроса об их оценке и измерении в конкретных педагогических условиях. Отсутствие метода, позволяющего раскрыть механизм формирования у обучаемого того или иного качества знаний

и лишает многих авторов возможности объективно подойти к вопросу оценки степени овладения учащимся данным качеством и найти пути для их формирования и дальнейшего совершенствования.

Соглашаясь со многими положениями, выдвинутыми педагогами-исследователями, дидактами, следует отметить, что качества знаний скорее отражают не только и не столько действия обучаемых, сколько конечный продукт таких действий, выступающих как предпосылки для формирования умений и навыков в учебной и профессиональной деятельности. При этом сама учебная деятельность не ограничивается системой действий, а имеет довольно сложную структуру, изучение которой позволяет оценивать многие стороны процесса обучения с психологических позиций, давать им правильное объяснение, наметить пути эффективного развития всей деятельности обучающегося. Необходимость реализации связей между различными звеньями знаний в обучении обоснована данными психологических исследований о системности работы мозга и его психических функций. Основополагающими в этой области знаний являются положения, выдвинутые в трудах крупнейших советских ученых И.М.Сеченова и И.П.Павлова, которые впервые в совокупности рассмотрели основные принципы психической рефлекторной и ассоциативной деятельности человека.

Восприятие внешнего мира, отмечал И.М.Сеченов /143/, направлено на выявление связей и зависимостей между предметами, объективно существующими вне нас, что ведет к образованию временных связей знаний, которые всегда опираются на систему ранее приобретенных знаний. Выводы И.М.Сеченова о психической деятельности как рефлекторной деятельности мозга экспериментально подтвердил И.П.Павлов. Мышление как деятельность мозга - это сложная динамическая система нервных процессов, сущность которой состоит в единстве анализа и синтеза, связывания и расчленения целого. В основе

отражения человеком объективной действительности лежат нервные связи - явление не только физиологическое, но и психологическое. "Образование временных связей, т.е. ассоциаций, как они всегда назывались, - пишет И.П.Павлов, - это и есть приобретение новых знаний" /I26, с. 325/.

Дальнейшее психологическое обоснование проблемы качеств знаний было продолжено путем изучения психологии усвоения знаний в рамках ассоциативно-рефлекторной теории, разработанной советскими психологами Б.Г.Ананьевым, Д.Н.Богоявленским, Н.А.Менчинской, Ю.А.Самариным и др. Так, в работе Ю.А.Самарина /I38/ мыслительная деятельность обучаемых рассматривается прежде всего как систематизация знаний и навыков, как переход от одного уровня ассоциаций к другому. Ю.А.Самарин подчеркивает, что развитие умственной деятельности не сводится к простому количественному увеличению ассоциаций, что рост ассоциаций ведет к разнообразной систематизации ассоциативных рядов. Высший уровень умственной деятельности - образование межсистемных ассоциаций, т.к. они дают возможность рассмотреть факты и явления одновременно с двух или нескольких систем знаний. Хорошо развитая мыслительная деятельность характеризуется большим количеством внутри- и межсистемных ассоциаций. Таким образом, Ю.А.Самарин указывает на необходимость систематизации знаний, четкого определения системы знаний, умений, навыков и требований к ним, что является важным моментом не только в школьной, но и в вузовской практике обучения.

В свою очередь, Б.Г.Ананьев /I4/, взяв за основу также ассоциативную теорию мышления, исследовал условия и внутренние закономерности умственного развития, и выделил три направления в развитии знаний: пополнение запаса знаний, перенос их на близкие и дальние области знаний. Б.Г.Ананьев рассматривает операцию перено-

са знаний как одну из ведущих мыслительных операций при формировании таких качеств знаний, как действенность, оперативность и гибкость знаний. Эта мысль находит свое экспериментальное подтверждение в целом ряде других работ по психологии мышления. Так, Е.Н.Кабанова-Меллер определяет перенос как использование в новых условиях усвоенных знаний, умений, навыков, приемов учебной работы и умственной деятельности /68, с. 76/. Перенос знаний характеризует более высокие уровни развития мышления, что особенно проявляется у обучаемых более старшего возраста. Однако отметим, что любая выработка связей при формировании различных видов знаний происходит не только за счет операции переноса, но и за счет таких мыслительных операций, как анализ, синтез, обобщение, абстракция. Это в полной мере подтвердили исследования психологов Д.Н.Богоявленского и Н.А.Менчинской /30, 31/, в которых особо подчеркивается значение названных мыслительных операций, выступающих в качестве приемов познавательной деятельности как в процессе усвоения знаний, так и при формировании таких качеств знаний, как глубина, системность, обобщенность и др. При этом сам процесс усвоения знаний рассматривается авторами как аналитико-синтетическая деятельности головного мозга, включающая процессы абстракции, обобщения, конкретизации.

Особо важным для уяснения психологического механизма формирования обобщенности и системности в процессе усвоения знаний является мысль авторов о том, что совершенствование мыслительной деятельности происходит в двух направлениях: "во-первых, совершается дальнейшее расчленение знаний, причем наблюдается выделение из всей совокупности знаний тех существенных признаков, понятий, которые составляют сущность изучаемых явлений при одновременном отбрасывании несущественных признаков; во-вторых, происходит сис-

тематизация знаний, что выражается в соединении и обобщении отдельных, бывших до сих пор разрозненными признаков понятий или ряда соотносящихся понятий" /3I, с. 74/.

В процессе применения знаний, когда формируются такие качества, как гибкость, оперативность, действенность знаний, Д.Н.Богоявленский и Н.А.Менчинская выделяют две характерные стороны: содержательную, связанную с изменением опыта ученика, расширением его знаний, обогащением содержания понятий. Здесь происходит "закрытие тех систем ассоциации, которые полно и точно отражают существенные стороны изучаемых явлений", и собственно-психологическую сторону, когда изменение содержания процесса осуществляется благодаря "активной умственной деятельности учащихся, совершенствованию анализа и синтеза, применяемых ко все более расширяющемуся кругу предметов и явлений" /3I, с. I6/. По мнению авторов, подкрепление знаний практической деятельностью обладает очень большой силой: "те знания, которые сообщаются только словесным путем и практически не подкрепляются, оказываются в самом невыгодном положении. В результате могут возникать нежелаемые разрывы в существенных звеньях системы знаний /3I, с. 27I/.

Следует здесь особо подчеркнуть, что в рассматриваемой ассоциативно-рефлекторной теории преобладает личностный подход к оценке результатов обучения, т.е. акцент делается на субъекте познавательной деятельности. Качественный результат усвоения научного знания выражается в этой теории в двух относительно самостоятельных категориях: в форме накопленного фонда знаний и в форме овладения умениями, основанными на приемах умственной деятельности, общих и частных. При этом показателями качественного усвоения знаний являются системность знаний учащихся, а также объем и количество.

При таком подходе, вольно или невольно, предполагается, что усвоение учащимся знаний имеет в качестве своей основы личный опыт ученика. С этим нельзя согласиться, т.к. при этом недооценивается значение для обучения объектов действительности, раскрывающих предметное содержание знания. Успешность усвоения знаний зависит от овладения индивидуальными способами действия, детерминированными содержанием изучаемого знания. Именно в этом случае личностный опыт приводит к научному знанию только тогда, когда он основывается на тех способах и нормах деятельности, которые являются объективно значимыми. Более того, качество усвоения знаний рассматривается в рамках ассоциативно-рефлекторной теории по конечным продуктам, по результатам познавательной деятельности, которая сама при этом остается неизвестной. Поэтому выделенные авторами этапы усвоения знаний не раскрывают психологической специфики усвоения, знание которой позволяет управлять процессом усвоения, вести этот процесс с самого начала по правильному пути.

Недостатки ассоциативно-рефлекторной теории были преодолены в работах П.Я.Гальперина и Н.Ф.Талызиной в рамках теории поэтапного формирования умственных действий /39, 40, 152/. П.Я.Гальперин и Н.Ф.Талызина не отделяют качество знаний учащихся от особенностей деятельности, в которой они приобретаются и, в первую очередь, от полноты их ориентировочной основы. Ориентировочную основу действия как акта деятельности составляют знания, но не сами по себе, а в единстве с действиями, которые они вызывают. Действия соединяют в себе знания и умения. Авторами данной теории выделяется три типа ориентировочной основы: отдельные конкретные ориентиры выделяются изолированно; ориентиры выделяются в форме частного единичного случая; ориентиры выделяются в каждом частном случае с помощью обобщенного метода, отнесенного к классу явлений.

Как видно из сказанного, задача выявления качества усвоения есть задача дифференциального анализа ориентировки первого, второго и третьего типа по отношению к конкретному знанию. Наилучшее качество усвоения достигается при ориентировке 3-го типа. П.Я.Гальперин приходит к выводу, что вне третьего типа знание не только фактов, но и законов не оказывает прямого влияния на развитие мышления /38, с. 24/, т.к. для третьего типа ориентировки характерны умения представить объект действия моделью, с помощью которой выделяются его существенные черты, умения реагировать на изменение типов учебного материала.

В свете теории поэтапного формирования умственных действий, знания как образцы предметов, явлений материального мира никогда не существуют в голове человека вне какой-то деятельности. Следуя принципу деятельности и выделяя действие как единицу ее анализа, авторы рассматриваемой теории тем самым с самого начала включают знания в структуру действия. Качество знаний определяется характером деятельности, которая используется для их усвоения: она может быть адекватной этим знаниям, а может быть и неадекватной им. Адекватность деятельности, отмечает Н.Ф.Талызина, определяется прежде всего объектом, на который направлена деятельность и содержанием ее ориентировочной основы. Если в ориентировочную основу вошло специфическое, составляющее сущность усваиваемых знаний, то все объекты, с которыми работает учащийся в процессе усвоения знаний, будут анализироваться им и, следовательно, отражаться с существенной, специфической стороны. И наоборот, если ориентировка в изучаемых объектах идет по внешним свойствам, не затрагивающим их сути, отражение этих объектов, знание о них окажутся поверхностными, неспецифичными /I52, с. I33/.

Важнейшую, вытекающую из этой концепции усвоения предпосылку

совершенствования качеств знаний учащихся мы видим в обеспечении адекватности действий учащихся усваиваемому знанию, а это, в свою очередь, предполагает представление учебного материала в строгой логической структуре как системы признаков, понятий, их связей и отношений. Только в этом случае деятельность учащихся может быть построена адекватно предметному содержанию. Однако, имея в центре внимания механизм усвоения, эта теория недостаточно раскрывает динамику развития и функционирования знаний, что именно отличает педагогический процесс и имеет прямое отношение к описанию качеств знаний обучаемых.

В этом плане интересным является подход к анализу качеств знаний с точки зрения структуры познавательной деятельности, логики диалектического понятия, развитый в работах В.В.Давыдова, Д.Б.Эльконина. А.Н.Леонтьева /52, 53, 91/ и др. В.В.Давыдов и Д.Б.Эльконин утверждают /53/, что содержанием любого образования и, в первую очередь, школьного должны выступать научно-теоретические понятия, условия происхождения их содержания и формы, и что для этого у школьников необходимо формировать специальную по своей структуре учебную деятельность. Так как теоретические понятия могут формироваться только на основе теоретического обобщения, авторы этой концепции придают особое значение обобщениям в обучении. При этом обобщение рассматривается авторами как универсальное явление в деятельности, благодаря которому ученик может познавать не только внешние признаки предметов и явлений, но и их сущность. Различные виды повторения учебного материала или упражнения всякого рода есть не что иное как средство образования обобщенных знаний и обобщенных способов учебной деятельности. При этом усвоение их есть переход от внешне-материального во внутренне-идеальное, а механизм такого перехода выступает как

абстрагирующее обобщение.

Из данной концепции следует, что качественный уровень знаний учащихся, сформированность научно-теоретического мышления являются специфическим результатом обучения, который может быть достигнут в том случае, если при его организации учитываются закономерности процесса познания. В процессе усвоения, как подчеркивает А.Н.Леонтьев /91/, для овладения знаниями учащимся важно осуществить ту деятельность, которая запечатлена в данном продукте общечеловеческой деятельности, т.е. общественно-историческом опыте предшествующих поколений, которые и становится достоянием индивида. Только в этом случае процесс усвоения выступает одновременно как "процесс воспроизведения в свойствах индивида исторически сложившихся свойств и особенностей человеческого рода" /91, с. 411/. И только после этого познавательная деятельность предшествующих поколений может быть включена в самостоятельную, активную творческую деятельность самого индивида. Таким образом, предметная деятельность по созданию знаний является организующим началом по отношению к познавательным процессам - воспроизведению, запоминанию, распознаванию, доказательствам и т.д., а не наоборот. Сами по себе эти процессы не составляют характеристики знаний. Сущность знания выражает способ действия по обнаружению отраженных в ней свойств объектов. Само понятие содержит в себе указания на предметную деятельность, посредством которой достигается познание его сущности. Наиболее глубоко этот вопрос рассмотрен В.В.Давыдовым /52/.

При таком подходе знания усваиваются учащимся не в своей словесно-логической дефиниции, а как способ деятельности по установлению, обнаружению внутренних скрытых связей предметов и явлений действительности, через систему действий, открывающих

сущностные связи и отношения к миру. Усвоение теоретического знания выражается не в умениях воспроизводить определение, применять их по образцу и т.д., а в вычленении фундаментальных для данной области знания связей и отношений действительности.

Завершая рассмотрение психологических теорий усвоения, выдвинутых советскими психологами, следует отметить, что именно раскрытие механизма процесса усвоения знаний и его связей с процессами мышления и памяти должно служить основой для последующего анализа деятельности обучаемого, выделения в ней характеристик, изучение содержания которых и позволяет уточнить содержательные основы качеств знаний и построить средства их количественной оценки. Естественно, что слабая разработанность качеств знаний во многом препятствует построению научно-обоснованного инструментария для достоверной оценки уровня их сформированности у обучаемого.

Вышеприведенный анализ психолого-педагогических исследований позволяет сделать определенные выводы, важные для дальнейшего обсуждения проблемы исследования:

I. В психолого-педагогических исследованиях наблюдается многозначность толкования таких ключевых понятий дидактики, как "знания" и "качество знаний учащихся".

2. Сложность толкования качества знаний как фундаментального понятия педагогики естественно вызывает пестроту в самих подходах к раскрытию его содержания. Это обстоятельство выдвигает важную задачу разработки методологии качественного и количественного анализа качеств знаний, на базе которой собственно и должна строиться модель содержания качеств знаний.

3. На наш взгляд, построение модели содержания качеств знаний на основе психологического механизма формирования данного

качества знаний может послужить основным ключем к созданию единой методики описания и диагностики качеств знаний учащихся. При этом методика должна учитывать все то положительное, что было накоплено уже в психологии и дидактике.

I.2. Средства контроля и оценки качеств знаний учащихся на современном этапе

Рассматривая процесс обучения как процесс взаимодействия и общения обучающего и обучаемого, посредством которого осуществляется воспроизведение и усвоение социального опыта, закрепленного в знаниях, умениях и навыках, можно сказать, что движущей силой учебного процесса является противоречие между выдвигаемыми в ходе обучения познавательными и практическими задачами и наличием реальных знаний, умений и навыков у обучаемых. Глубина такого противоречия обычно выражается педагогической оценкой знаний, умений и навыков, которая выступает как результат контроля и анализа состояния подготовленности учащихся на каждом этапе их обучения.

Говоря о педагогическом контроле, нужно оговорить, что под этим термином понимается целая система проверки результатов обучения и воспитания учащихся. При этом сущность контроля состоит в соотнесении результатов учения с поставленными целями и задачами обучения. Не менее важным звеном в педагогическом контроле выступает диагностика, являющаяся, по сути дела, "той частью научной системы контроля, которая непосредственно связана с выявлением уровня знаний, умений и навыков" /I25, с. 273/. Расширяя представление о педагогическом контроле, следует отметить, что к

его функциям относят не только диагностическую, но и обучающую и развивающую функции. Вместе с тем, особую значимость приобретают теоретические основы содержания контроля, которые, как показывает практика их изучения, остаются еще не в полной мере выявленными. Так, например, еще слабо выявлены и изучены объективные показатели, по которым может определяться соответствие достигнутых учащимся результатов поставленным целям и задачам обучения. На наш взгляд, это обстоятельство вызвано, главным образом, двумя причинами. Во-первых, налицо отсутствие единых объективных критериев оценки сформированности у обучаемых определенных качеств знаний, что во многом связано со слабой теоретической разработкой содержательных основ качеств знаний и с неоднозначностью трактовки таких понятий, как "знания", "умение" и "навык" в психолого-педагогических исследованиях /66/, и, во-вторых, отсутствуют адекватные стандартизированные средства контроля и оценки качеств знаний учащихся, с помощью которых можно получить объективные и достоверные результаты.

Многие советские и зарубежные исследователи по методологии педагогики сходятся на том, что эффективным инструментом контроля и оценки знаний обучаемых может и должна стать научно обоснованная контрольная работа /КР/, т.е. педагогический тест. Несмотря на то, что как советская, так и зарубежная педагогика имеет уже длительный опыт применения педагогических тестов в учебном процессе, в педагогической практике до сих пор не преодолен ряд трудностей, препятствующих широкому проникновению тестов в учебный процесс, что объясняется устойчивой приверженностью педагогов к традиционным системам оценки знаний. С другой стороны, эти трудности связаны с неоднозначным пониманием педагогами сущности проблемы измерения педагогических явлений, с операционализацией

измеряемой характеристики /скажем, качества знаний/ и слабой изученностью вопросов построения и применения тестов в учебном процессе, что приводит, в частности, к абсолютизации тестовых оценок, их интерпретации вне связи с реальным ходом учебного процесса без учета необходимости его совершенствования. Поэтому проблема, на наш взгляд, состоит здесь в согласовании общепринятых, содержательно-качественных характеристик состояния обучаемых и тех количественных результатов, которые дает педагогическое тестирование. Необходимость решения этой проблемы составляет одну из педагогических особенностей применения тестов как объективных измерителей качеств знаний, т.к. именно эта проблема является составной частью общей проблемы измерения качеств знаний и оценки уровня их сформированности в условиях средней и высшей школы.

Формирование объективной оценки знаний обучаемых осложняется еще и теми трудностями, с которыми приходится сталкиваться педагогам-исследователям при сведении результатов измерений к единому общему показателю с учетом изменчивости самого объекта измерения. Проблема сложна еще и тем, что любую психолого-педагогическую характеристику учебной деятельности нельзя наблюдать, проверять и измерять непосредственно. Все это можно сделать только в отношении внешних проявлений обученности, т.е. в отношении результатов внешней деятельности обучаемого.

Таким образом, как справедливо отмечает В.И.Огорелков /I2I, с. 5/, до настоящего времени проблема измерения качеств знаний все еще находится на стадии частного решения несмотря на то, что сама проблема измерения знаний учащихся является одной из важнейших проблем педагогической науки, что обусловлено целым рядом причин. Во-первых, в решении проблемы особое место отводится вопросам приложения методов теории измерений в педагогике, т.к.

любая процедура измерения служит посредником между теоретическими концепциями и представлениями, с одной стороны, экспериментом и практикой, с другой. Во-вторых, в решении проблемы особое место занимает вопрос уточнения педагогического языка. Иначе решение проблемы измерения явно затруднено /65, с. 4/.

Издавна измерения, которыми пользовались большей частью точные науки, в частности, физика, сводились к одной определенной схеме, суть которой можно пояснить высказыванием М.Ф.Малико-ва: "Измерением мы называем познавательный процесс, заключающийся в сравнении путем физического эксперимента данной величины с некоторым ее значением, принятым за единицу сравнения" /101, с. 25/. Данный метрологический подход к пониманию измерения свойств объекта характеризуется тем, что под измерением понимается процесс сравнения с эталоном. Ограниченность этой концепции стала проявляться, когда возникла потребность в строгой постановке задачи измерения в гуманитарных науках, в частности, в педагогике, где использование этой концепции наталкивается "не только, и не столько на отсутствие общепринятых, объективных эталонов, но, самое главное, на отсутствие ясных качественных закономерностей, позволяющих сравнивать однородные педагогические величины, характеризующие определенные стороны учебно-воспитательного процесса /УВП/ в вузе, с некоторым эталоном" /106, с. 6/. Поэтому, если в физике неопределенность измерения любой физической величины вызвана ограниченностью пределов чувствительности измеряющего прибора, то проблема фактического измерения различных сторон педагогического явления еще более неопределенна, так как в учебно-воспитательном процессе в качестве эмпирического объекта /ЭО/ мы выделяем как педагога, так и обучаемого, которые могут быть описаны большим набором различных индивидуальных личностных

свойств, каждое из которых может стать существенным при описании того или иного педагогического явления, а следовательно, согласно принятой терминологии в теории измерений /22, с. 62/, выступать уже как объект измерения /ОИ/. Второй причиной неопределенности педагогического измерения служит тот факт, что "сам измеритель, эталон, используемый в практике педагогических исследований, настолько субъективен, что говорить о точности измеряемых величин, как это принято в естественных науках, можно лишь с большими оговорками" /106, с. 7/. Отметим еще одно важное обстоятельство: процесс измерения свойств эмпирического объекта в педагогике не является лишь пассивным контролем, как в классической физике, а всегда происходит под активным взаимодействием обучающего и обучаемого, что оказывает на деятельность обучаемого воздействие и в чем-то изменяет ее. Вот почему метрологическая точка зрения на измерение свойства ЭО нашла пока довольно ограниченное применение в педагогике.

Указанные обстоятельства, по существу, заставляют обратиться к другой более общей концепции измерения в педагогике и психологии, где объектами измерения выступают знания, умения, навыки, отношения, установки и другие свойства личности. Впервые данная концепция получила законченную формулировку в работе С.Стивенса /148/. Согласно Стивенсу, измерение в широком смысле понимается как "...приписывание числовых форм объектам и событиям в соответствии с определенными правилами" /148, с. 10/. Как математическое понятие измерение трактуется как гомоморфизм эмпирической системы с отношениями /ЭСО/ в числовую систему с отношениями /ЧСО/. Под эмпирической системой с отношениями подразумевается множество эмпирических объектов с существенными связями между ними, определяемыми некоторым набором отношений. Подчеркнем, что

задача изучения этих связей является основой самой проблемы измерения. Новый подход к проблеме измерения в педагогике интересен тем, что "он заостряет внимание исследователя на четком формальном описании эмпирической системы, подлежащей измерению, и позволяет классифицировать математико-статистические методы, применяющиеся к результатам измерения в зависимости от типа шкалы измерений /65, с. 9/.

В отличие от понятия измерения, широко используемого в настоящее время в педагогике, понятие оценка успешности обучения выражает результат вынесения сравнительного суждения об объектах и явлениях после их измерения и соотнесения полученных результатов с заданными заранее нормами. Вследствие своей субъективности оценка не является надежным индикатором знаний учащихся, т.к. все же в качестве главной единицы измерения выступает сравнение измеряемой величины с возможным ее значением по избранной для измерения ш к а л е. П.Суппес и Дж.Зинес дают следующее определение шкалы измерения /I49, с. I9/: "Пусть A - эмпирическая система с отношениями /ЭСО/, R - полная числовая система с отношениями /ЧСО/, f - функция, которая гомоморфно отображает A в подсистему R /если в области нет двух разных объектов с одинаковой мерой, то f является отображением изоморфизма/. Назовем шкалой упорядоченную тройку $\langle A; R; f \rangle$". Приведенное определение нужно дополнить связями и отношениями, заданными на эмпирическом множестве A, и превращающим ее в числовую систему R. Указав класс допустимых, взаимооднозначных преобразований множества действительных чисел в себя /обозначим как G /, мы отыщем в принципе и множество всех отношений, инвариантных относительно этих преобразований. В результате понятие шкалы может быть представлено как $\langle A; R; f ; G \rangle$.

Следует подчеркнуть, что тип шкалы измерений характеризуется только классом допустимых преобразований действительных чисел и поэтому может быть определен лишь с его помощью. Современная теория измерений /133, 149/ различает шкалы наименований, порядка, интервалов и отношений. Характеристики различных шкал измерений и границы их применения отражены во многих психолого-педагогических исследованиях /26, 67, 107/, в которых основной упор авторы делают на применимости тех или иных шкал в педагогическом исследовании, на их связи с возможностями педагогического теста как средства оценки качества знаний обучаемого.

Как было отмечено ранее, основным инструментом измерения знаний учащихся служит педагогический тест, представляющий собой подготовленный специальным образом контрольный набор заданий, отобранных на основе научных критериев для целей педагогического тестирования. Важным вопросом построения диагностического теста является разработка теоретических и методологических принципов, которые могут быть положены в основу методики тестирования. В этом плане с позиции педагогической диагностики интерес представляют три основных концептуальных подхода, связанные с разработкой и применением тестов /36/.

Первый подход - инструментальный. Он характерен для тестологов с инструменталистской философской ориентацией на прагматическое учение Д.Дьюи. Сторонники этого подхода предлагают строить тесты на основе эмпирического критерия без сколько-нибудь существенной связи их содержательно-структурных характеристик с основными положениями теории психологии и педагогики. Наиболее характерным результатом деятельности инструменталистов является тест MMPI /Миннесотский многомерный личностный тест/, существующий и совершенствуемый уже полвека /179/. С нашей точки зрения, как в

философском, так и в чисто методологическом плане, этот подход в педагогике неприемлем, ибо он не дает никаких методических рекоменцаций педагогу для априорно-содержательного анализа тестовых заданий, т.к. единственным критерием их отбора выступает статистическая достоверность различия известных групп обучаемых по каждому заданию. Более того, тест по такой методики создается, как правило, методом "проб и ошибок", причем его содержание, естественно, сильно зависит от выбора самого критерия, подбора групп, от выбора экспертов и т.п. Влияние инструментального подхода к построению тестов было заметно и приняло широкий размах среди советских педагогов и психологов в 20-30 годы, что привело к серьезным ошибкам при внедрении тестов в учебный процесс /4/.

Второй подход - рациональный, где за основу берется какая-либо теория или концепция, в соответствии с которой составляется и "выбраковывается" задание теста. Таковы, например, тесты, основанные на теории Ж.Пиаже /180/. В психологии этот подход также весьма несостоятелен, ибо человек обладает зачастую большим числом, вообще говоря, коррелирующих свойств и способностей. Однако сторонники рационального подхода на основе той или иной теории пытаются все свести к определенной монистической схеме /выражению, скажем, интеллекта одномерным коэффициентом умственного развития, как это делал в свое время еще А.Бине/.

В педагогике высшей школы определенные положения этого подхода могут иметь место, ибо здесь одномерность определенных свойств личности, допустим обученности по определенному учебному предмету или разделу, рассматриваемая как характеристика специалиста достаточно узкого профиля, не вызывает серьезных возражений. Однако, использование этих положений при построении педагогических тестов должно основываться, по нашему мнению, скорее на

третьем - факторно-аналитическом подходе к конструированию тестов, который опирается "во-первых, на понятия гомогенности и гетерогенности теста, во-вторых, на различие в методах факторного анализа /ФА/, и, в-третьих, на концепции надежности и валидности" /IO, с. I02/. Если все задания теста подбираются с целью измерения одного свойства, то такой тест можно называть гомогенным. Проверка теста на гомогенность сводится к оценке величины связи между отдельными заданиями, а также между заданиями и интересующими исследователя факторами. Из заметной коррелируемости заданий между собой следует, что существует, по крайней мере один фактор, который мог бы как-то выявить причину корреляции этих заданий. Если выделенный фактор, который может быть предсказуем заранее, из чисто педагогических соображений, хорошо интерпретируется специалистами, то все задания, имеющие высокие "нагрузки" по этому фактору, образуют гомогенный тест.

С точки зрения факторно-аналитического подхода, построенный тест может считаться стандартизированным измерителем, если он по априорно-содержательной методике составления и величине своих содержательно-статистических параметров отвечает определенным критериям. К содержательно-статистическим параметрам тестов относят прежде всего надежность и валидность, смысл и методы расчета которых достаточно полно изучены в психолого-педагогической литературе /I5, с. 36; 26, с. 6I; I74, с. 55/.

Тест как средство стандартизации и оптимизации контроля знаний и умений студентов всегда был предметом исследования как зарубежных, так и советских педагогов, что подтверждается целым рядом работ по теории психолого-педагогического тестирования и измерений, базирующихся на использовании метода тестов. Достаточно вспомнить работы основоположников классической теории тес-

тов А.Бинэ /25/, Э.Торндайка /I86/, К.Спирмана /I85/, А.Анастази /I5/, М.Ричардсона /I83/ и др., имена которых связаны с определенными концепциями или методами расчетов в теории тестов. Заметный вклад в развитие педагогической тестологии внесли и советские ученые, такие как Б.П.Битинас, Т.А.Ильина, Л.Б.Ительсон, В.И.Огорелков, Н.М.Розенберг, Н.В.Кузьмина, В.И.Михеев и др.

В работах советских педагогов /I9, 26, 67/ обобщен опыт зарубежных исследователей, особенно в области построения диагностических тестов для измерения психологических свойств личности. Особый акцент делается на выборе адекватных методов обработки данных педагогического теста. В некоторых исследованиях /I04, I06/ проводится этапизация процедур построения педагогического теста. Так, в пособии, выполненном под руководством Н.В.Кузьминой /I04/, выделяется несколько этапов. На первом этапе определяется цель педагогического теста /диагностика обучения, выявление динамики успешности, оценка методики обучения, прогнозирование успешности обучения и т.п./. На этом основании определяют задачи тестов, объекты тестирования и материал, на котором ведется построение тестовых заданий. Второй этап - экспериментальная проверка построенного теста на адекватном контингенте испытуемых, в результате которой выявляется степень трудности и дифференцирующая сила заданий. Трудность и легкость определяются по процентному отношению правильных ответов к общему числу возможных. Второй показатель - дифференцирующая сила задания выражается индексом дифференциации, предложенном Э.Инграм /I04, с. II2/. На следующем этапе определяются такие параметры теста, как надежность /коэффициенты внутреннего постоянства/ и валидность. Затем, на последнем этапе анализа и интерпретации полученных данных, вычисляется средний балл по группам студентов, всей сово-

купности, если нужно определить общую тенденцию. Подсчитывается медиана - величина, находящаяся в середине ряда при нечетном числе испытуемых, и по результатам выполненного теста судят о достижении целей эксперимента.

Несомненно, что перечисленные этапы составляют хорошую ориентировочную основу для построения и отладки педагогического теста. Особое внимание следует акцентировать и на возможностях педагогического теста, его роли в решении различных прикладных задач педагогической направленности /I04, с. II5/. Тест может стать средством стандартизации и оптимизации контроля знаний обучаемого в вузе. Тестовый контроль, по мнению многих исследователей /А.Анастази, Б.П.Битинас, В.И.Михеев и др./, является более объективным средством, т.к. в нем заложены принципы научности, единства требований и всесторонности. Тесты выполняют ориентировочную, диагностическую и даже прогностическую функции. Например, баллы по субтестам специализированного теста вступительных экзаменов вместе с оценкой по аттестату, по существу, прогнозируют успешность обучения на I-м курсе вуза.

При всей значимости использования тестов в учебном процессе многие педагоги отмечают, что тестовая методика контроля знаний не может быть признана исчерпывающей и исключающей другие формы контроля. Так, А.Я.Шульман /I73/ считает, что тестовый контроль знаний обладает рядом недостатков: I/ тестирование позволяет установить лишь конечный результат проверки, т.е. что́ знает ученик и чего не знает, однако анализ процесса решения заданий теста остается вне рамок тестирования; 2/ тестовая методика эффективна только при массовой проверке знаний; 3/ тесты не могут быть использованы многократно, т.к. знакомство с ними может искажать результаты проверки; 4/ составление тестов, как правило,

носит субъективный характер, что влияет на их качество. При всей справедливости приведенных замечаний необходимо помнить, что речь идет не об абсолютизации тестового контроля знаний учащихся, а о его более широких возможностях, которые явно еще не используются в полной мере в вузе. Более того, надо помнить, что именно тестовая методика более всего вписывается в новое дидактическое направление - компьютеризацию обучения, где реализация тестовой методики может находить самое широкое применение /I02/.

В этом плане в последнее время внимание педагогов прикована к важной проблеме алгоритмизации процесса итогового контроля путем внедрения тестов, содержательно адекватных как целям итогового, так и предварительного контроля знаний. Эта мысль лежит в основе диссертационной работы Б.В.Володина /36/, предложившего комплексную методику разработки и применения тестов в высшей школе. Автор исходил из предположения о том, что тестовый контроль обученности в вузе может функционировать эффективно только при научно обоснованном определении его места в дидактической системе "обучение - контроль", наличии четких критериев уровня знаний и соответствующих тестов, построенных на основе комплексной методики. В качестве такого критерия автор предполагает взять уровень личной обоснованности /УЛО/ ответа испытуемого, который может быть соотнесен с уровнем скрытого мыслительного действия испытуемого, который тот совершает, обосновывая верность своего ответа. С целью выявления качественной трактовки уровня обоснованности, типичного как для преподавателей, так и для студентов вуза, автор предпринял опрос ряда преподавателей разных дисциплин с учетом профессиональной направленности студентов. Позже сам автор осознает, что детерминирование УЛО является ис-

кусственным приемом, построенным скорее интуитивно, нежели в результате психолого-педагогического анализа деятельности студента. При таком подходе Б.В.Володин трактует обученность как величину, связанную с вероятностью выдачи верных ответов /36, с. 34/. Однако, при использовании такой методики трудно сказать, результатом каких мыслительных действий может выступать верно выданный ответ. Иными словами, содержательные критерии, положенные в основу предлагаемой методики, скорее выдвинуты на основании лишь личного опыта, чем на обобщении педагогического опыта. Такой недостаток присущ многим исследованиям, направленным на построение средств измерения и оценки качеств знаний обучаемых в рамках тех педагогических концепций, о которых шла речь в предыдущем параграфе.

Так, в свете развиваемой концепции классификации уровней усвоения обучаемым информации В.П.Беспалько /24/ считает, что в содержании любого учебного предмета /или темы/ могут быть заложены возможности для формирования различных видов и уровней деятельности человека по решению тех или иных дидактических задач. На каждом уровне можно проверить уровень сформированности соответствующих качеств знаний: на первом уровне, например, - полноты, на втором - оперативности, третьем - действенности знаний и т.д. Приведенные автором четыре возможных вида деятельности человека соответствуют иерархии уровней, характеризующих "последовательность овладения опытом и меру продвижения в усвоении содержания предмета." Сказанное является главным исходным положением для формулировки критериев усвоения, т.е. "характеристик, достаточно описывающих качества усвоения знаний учащимся, которые могут быть количественно определены" /24, с. 50/.

Переходя к вопросу о количественной оценке критериев усвое-

ния, В.П.Беспалько предлагает в качестве объективного измерителя знаний некоторый критерий, к которому выдвигаются три требования /50, с. 99-100/: а/ критерий должен соответствовать тому явлению, измерителем которого он является; б/ он должен выражаться однозначно числом; в/ критерий должен быть простым, т.е. допускать простейшие способы измерения с испытанием несложных приборов или же обходиться без них. По мнению автора, нахождение объективных измерителей усвоения позволяет количественно характеризовать процесс обучения, при этом автор предлагает оценить качество усвоения следующим соотношением:

$$K = \frac{P}{N} \qquad /0 \leq K \leq 1/, \qquad /1.1/$$

где Р - число правильно выполненных операций; N - общее число необходимых для решения задач операций; К - численное значение качества усвоения /оно соотносится с отметкой по 5-балльной шкале следующим образом: величине $K < 0.7$ соответствует отметка 2; $K = 0.7 \div 0.8$ - оценка 3; $K = 0.8 \div 0.9$ - оценка 4; $K > 0.9$ - оценка 5/.

Давая оценку такому подходу, отметим, что суждение по критерию не дает, даже по признанию самого автора /24, с. 58/, сопоставимых суждений о качестве процесса усвоения знаний, ибо критерий зависит здесь не только от величины, но и от других параметров, таких, например, как время, затрачиваемое на формирование знаний учащихся на данном уровне усвоения, стабильность результата, которую можно оценить по среднему квадратичному разбору результатов соответствующих тестов. Формирование таким способом "количественной оценки уровня обученности учащихся" на самом деле приводит к формированию тех же балльных оценок, которыми обычно оперируют педагоги в своей практике, но с той лишь раз-

ницей, что они с большим трудом интерпретируются, так как чаще всего трудно сказать, что они отражают и результатом действия каких психолого-педагогических факторов они являются. Именно в этом плане методика В.П.Беспалько имеет определенные недостатки в ходе ее реализации в условиях вузовского обучения.

В рамках рассматриваемого подхода В.И.Травинский считает, что существует три дидактических критерия эффективности учебного процесса: а/ критерии, характеризующие экономическую эффективность обучения; б/ критерии, характеризующие совместную деятельность педагога и ученика; в/ критерии, характеризующие уровень усвоения и применения знаний. Последние имеют статистическую или вероятностную природу и их следует изучать с иной позиции. По мнению автора, объектом измерения должен стать не уровень усвоения, а уровень знания, т.к. "в любой деятельности испытывается весь жизненный опыт, а не только то, что усвоено" /156, с. 24/. Исходя из структурно выделенных уровней деятельности учащегося, В.И.Травинский строит обобщенный, вероятностный критерий Q качества знаний по 4-м уровням следующим образом:

$$Q = \sum_{K} P_K R_K \qquad /0 \leq к \leq 4/, \qquad /I.2/$$

где P_K - коэффициент значимости уровней знаний; R_K - искомый процент правильных ответов учащихся на каждом из 4-х уровней знаний.

В.И.Травинский считает, что построенные им критерии качества усвоения знаний позволяют провести эмпирическую проверку знаний учащихся. На первом, фактическом уровне знаний, можно проверить знание учащимся фактов. Большинство учащихся владеют знаниями именно на этом уровне. Следующий уровень проверяет сформированность умения осуществлять простейшие операции по готовому об-

разцу. На третьем, аналитико-синтетическом уровне оценивается умение обобщить, дифференцировать устойчивые знания, выделить главное и т.д. И, наконец, творческий уровень позволяет проверить возможность учащегося переносить знания в новые ситуации, создавать нестандартные алгоритмы и новые ситуации.

Несомненно, выделенные В.И.Травинским уровни знания позволяют отдифференцировать различные умения у обучаемых и связанные с ними действия по формированию этих умений. Однако, во-первых, предметом оценки знаний здесь выступает не качество самих знаний, а качество их усвоения. Во-вторых, выделенные уровни не в состоянии быть критериями сформированности качеств знаний, т.к. даже в том случае, если предположить, что они таковыми являются, то остается открытым вопрос о том, на каком основании можно считать, например, что на первом уровне можно оценивать уровень сформированности полноты знаний по количеству усвоенных фактов, если сам объект измерения /в данном случае полнота знаний/ априорно не раскрывается в структурном отношении и сущность его остается за пределами рассматриваемого подхода. Более того, вне рамок исследования оказывается самый главный вопрос: а какова же связь выделенных уровней с самими качествами знаний и как они связаны с характеристиками деятельности обучаемого на различных уровнях знаний?

Таким образом, с уточнением требований к качеству знаний учащихся, как видим, возрастает необходимость и в уточнении самих критериев и уровней усвоения знаний, с одной стороны, и в совершенствовании методов диагностирования знаний - с другой. Так, для количественной оценки качества усвоения знаний по выбранному учебному материалу в рамках поэлементарного подхода к исследованию качеств знаний, А.В.Усова предлагает использовать

более унифицированный критерий - коэффициент полного усвоения содержания понятия группой учащихся /I6I, с. 43/:

$$K = \frac{1}{n \cdot N} \sum_{i=1}^{N} n_i \quad , \qquad /I.3/$$

где n_i - количество признаков понятия, усвоенных i -м учащимся; n - количество признаков, которые должны быть усвоены к моменту проверки знаний; N - количество учащихся, участвовавших в проверке. Здесь все ответы учащихся на вопросы одного и того же варианта сравниваются с эталонным ответом, расписанным поэлементарно, т.е. в терминах специально выделенных структурных единиц, элементов, характеризующихся как определенной спецификой содержания, так и особенностями познания ее учащимся. При этом частота появления правильных ответов, содержащих элементы, относящиеся к разным объектам и усвоенные на разных уровнях, дает, по мнению автора, возможность получить качественные характеристики знания.

Из сказанного следует, что оценка уровня сформированности качеств знаний у данной группы учащихся в свете поэлементарного подхода сводится к определению максимального количества синтезированных понятий и действий, что и свидетельствует об уровне их усвоения в целом. Отметим, что под синтезированными понятиями авторы /I30/ понимают те элементы знаний, усвоение которых свидетельствует об усвоении широкого круга других понятий и действий. Однако и при таком подходе методологические основы подбора и выделения "максимального количества" понятий все же остаются неизвестными, т.к. в лучшем случае методика строится лишь на интуитивном уровне наших представлений о знаниях обучаемых, что лишний раз указывает на эмпирический характер и ограниченность упомянутого подхода. Поэлементарный подход допускает и определен-

ный субъективизм в оценке знаний учащихся, т.к. налицо, во-первых, отсутствие четких однозначных определенных требований к уровню знаний, умений и навыков учащихся; во-вторых, недостаточный уровень стандартизации способов выявления степени достижений этих требований /при отсутствии научно-обоснованного инструмента оценки учебной деятельности обучаемого/.

При третьем, собственно-качественном подходе Г.И.Батурина и другие авторы исходят из того, что научные знания фиксируются в понятиях. Авторы различают два уровня усвоения понятия: первый уровень - воспроизведение понятий; второй -распознавание объекта действительности, который подводится под это понятие. При этом, чтобы обеспечить объективность проверки уровня знаний, авторы раскрывают систему изучаемых понятий /тезаурус/, в которых фиксируется знание по предмету. Для того, чтобы выявить усвоение понятия лишь на уровне воспроизведения, в данной методике разработан тест-задание, содержащий $n + 2$ вопроса, где n - число существенных признаков самого понятия. Тест содержит n вопросов на выявление каждого признака, один вопрос на воспроизведение правила распознавания и один общий вопрос, требующий воспроизведения понятия во всем его объеме. Способы выявления усвоения знаний учащихся на уровне воспроизведения дают возможность, по мнению исследователей /70, с. II6-II7/, оценить некоторые качества знаний, такие как полнота, глубина и систематичность. Проверка ответов учащихся по подобным тестам позволяет педагогу установить, какие элементы учебного материала не усвоены, какие усвоены недостаточно точно и т.д. Последнее возможно установить благодаря тому, что выбор правильного ответа из совокупности предложенных осуществляется из ряда близких по смыслу ответов. Усвоение понятий на уровне воспроизведения или распознавания объ-

екта действительности оценивается по дихотомической шкале: "усвоил - не усвоил". Усвоение системы понятий на уровне воспроизведения оценивается по построенному учащимся рассказу. Для оценки всех остальных качеств авторы данного подхода /70, с. 119/ рекомендуют составлять классифицированные шкалы задач по сложности, аналогичные тем, которые определяют уровни требований к знаниям и умениям учащихся.

Несомненно, что такая методика по сравнению с ранее обсуждаемыми методиками допускает в отношении получения оценки качеств знаний меньше субъективизма, о чем свидетельствует предложение исследователей оценить полноту и глубину знаний с помощью заданий, моделирующих различные типы учебных затруднений и ситуаций. При этом, выполнение учащимися таких заданий теста связано и с воспроизведением ранее усвоенных знаний и применением их в знакомой ситуации по уже известному правилу. Обобщая сказанное, можно лишь добавить, что анализ имеющихся исследований по данной методике разработки объективных критериев оценки качеств знаний учащихся показывает, что предметом оценки и контроля является при этом не само качество знаний, а качество усвоения знаний учащимся. Более того, качество знаний не только слабо анализируются авторами, но, главное, не описывается в виде четкой концептуальной модели, что явно размывает общетеоретические представления об объекте измерения, а следовательно, допускает при построении средств измерения определенную долю субъективизма, что влечет за собой те трудности, с которыми приходится сталкиваться при интерпретации результатов тестирования.

Интересным является системный подход к измерению знаний учащихся, развитый Г.А.Сатаровым и сотрудниками сектора педагогических измерений МГПИ им.В.И.Ленина /65, 140/. Системный под-

ход предлагает определять объекты теории не как "субстанции", а как свойства, функции или отношения. Решая проблему измерения, авторы включают знания учащихся в те или иные эмпирические системы, т.к. они считают, что эмпирическая система, предназначенная для измерения знаний, должна содержать следующие элементы /I40, с. II5/: знания учащихся как объект измерения, учебный материал, результаты деятельности учащихся. Более того, авторы считают, что знания учащихся выполняют в эмпирической системе функцию опосредствующего звена между учебным материалом и деятельностью обучаемого, в которой выполняется и проявляется знание учебного материала.

На основании такой концепции была разработана методика массовых измерений знаний /65/, включающая помимо блоков "учебный материал", "знания учащихся" и "результаты деятельности учащихся" такие блоки, как "цели измерения знаний", "средства измерения знаний", "внешние условия измерения", "психические особенности учащихся" и "интерпретация результатов измерения". Данная методика предполагает, что основным источником формирования знаний служит учебный материал, для анализа которого была разработана модель его логической структуры, позволяющая описывать /строго и формализованно/ содержание материала, учебные и контрольные задания, а также строить алгоритмы конструирования контрольных работ как средств измерения знаний.

Говоря о преимуществах системного подхода, следует подчеркнуть, что авторы данного подхода сделали важный шаг в деле конструирования контрольных работ, предназначенных для массовых измерений знаний учащихся, на основе анализа логической структуры учебного материала, выделения объектов проверки и описания контрольных заданий через их структуру /"скелет"/ в терминах элемен-

тов учебного материала. Рассматриваемый подход имеет некоторое сходство с обсуждаемым ранее поэлементарным подходом к оценке уровня сформированности качества усвоения учащимся элементов проверяемого учебного материала. В обоих подходах преобладает эмпирический характер измерения знаний. Для каждого задания контрольной работы в схему анализа включаются упражнения, на базе которых можно судить об усвоении учащимся элементов, входящих в "скелет" данного задания. Теоретические основы, которые легли в основу составления контрольных заданий, сводятся лишь к анализу выбранного задания с точки зрения нормативной деятельности по его выполнению. Однако, пока эта деятельность не раскрывается, трудно судить об уровне усвоения знаний и качестве сформированных у обучаемых знаний как свойств их учебной деятельности. Вместе с тем, предпринятая авторами попытка формализации построения контрольных работ, ориентированных на массовые обследования знаний учащихся и оценку всевозможных характеристик контрольных заданий, заслуживает особого внимания и может стать верным ориентиром при построении педагогического теста для измерения качеств знаний учащихся.

Итак, анализ многих психолого-педагогических исследований, направленных на построение педагогического теста как стандартизированного средства контроля знаний и умений студентов подтверждает факт еще слабой разработанности не столько содержательной, сколько методологической основы, на базе которой представляется возможным не только проводить измерение качеств знаний, но и определять уровень их сформированности у обучаемых в высшей школе. Естественно, что трудности, с которыми сталкиваются дидакты при решении вопроса подбора количественных критериев и адекватных им средств оценки качественных характеристик знаний,

вызваны в основном тем, что в различных методиках акцент делается на характере усвоения знаний, а не на выявлении самих качеств знаний и методах их измерения. Вместе с тем известно, что уровень усвоения знаний как объект измерения характеризуется определенной объективной реальностью, раскрываемой лишь путем описания той учебной деятельности, которой овладевают учащиеся через содержание учебного предмета, систему учебно-практических задач и предметного языка. При этом анализ этой деятельности позволяет нам рассматривать усвоение знаний через изучение психологического механизма усвоения, что позволяет точнее сформировать качества знаний, выступающие как психолого-педагогические характеристики учебной деятельности.

Обобщая результаты многих исследований по проблеме измерений качественных показателей учебной деятельности, можно сделать определенный вывод, что трактовка понятия "тестирование", под которым подразумевается выявление уровня сформированности заданного признака качества знаний обучаемого, становится более определенной, формализуемой, если его рассматривать с позиции некоторой процедуры, включающей следующие компоненты: I/ объект измерения - психолого-педагогическая характеристика /объект тестирования/; 2/ исследователь - экспертная группа, педагог - исследователь, экзаменационная комиссия /кто тестирует/; 3/ эмпирический признак - свойство, качество объекта измерения /что тестируют/; 4/ тест - средство тестирования /КР/, в качестве которого выступает система специально подобранных задач /чем тестируют/; 5/ шкала измерений /с чем сравнить результаты тестирования/; 6/ методы обработки результатов педагогического тестирования; 7/ интерпретация. Именно с этих позиций и следует искать решение вопросов, связанных с измерением качеств знаний и оцен-

кой уровня их сформированности у обучаемых, так и с выбором адекватных методов обработки результатов измерений и их содержательной интерпретации.

I.3. Методы обработки результатов измерений в психолого-педагогических исследованиях

Одним из важных вопросов, вплотную связанных с разработкой стандартизированной методики описания и диагностики качеств знаний обучаемых, является выбор соответствующих шкал измерений и адекватных им методов обработки результатов первичных измерений, полученных в итоге педагогического тестирования. Анализ результатов первичных измерений и построение метрических шкал измерений занимают среди многих задач особое место, так как их решение связано не только с выбором статистических методов, адекватных характеру проводимых измерений ЭП, что само по себе является сложной и важной задачей исследования, но и с разработкой специальных процедур, направленных на формирование обобщенных показателей успешности формирования исследуемого качества знаний.

Из практики и теории измерений известно, что в силу как объективных, так и субъективных причин абсолютно точное измерение практически невозможно. К этому добавим, что в педагогике и психологии существует еще и значительный шумовой эффект, зависящий от психологического, эмоционального и других состояний в момент измерения психолого-педагогических характеристик деятельности как педагога, так и обучаемого. Более того, каждое измерение может нести в себе в качестве исходной посылки некоторое отклонение от зафиксированной желаемой шкалы измерений /I49, с. I06/,

которое следует воспринимать как объективную реальность. Другое дело - это подмена одной шкалы другой, менее точной шкалой. Практика педагогических измерений /107, с. 47/ показывает, что при замене одной, например, ранговой шкалы другой /интервальной/ можно существенно повысить точность измерений за счет увеличения числа измерений, тогда как при ранговой шкале измерений с увеличением числа измерений точность не растет, а падает. Отметим также, что арифметические операции с ранговыми шкалами допустимы при условии их правильной интерпретации; например, нахождение среднего балла следует воспринимать как получение некоторой статистической оценки для истинного среднего балла; именно в этом смысле определенные заключения могут быть достоверны /средний балл удвоился, возрос на балл и полбалла/.

Рассматривая различные виды шкал, используемых в психолого-педагогических исследованиях, можно прийти к определенному выводу: для использования более точных шкал требуется большая информация, а значит, и лучшее знание и понимание педагогом-исследователем качественных закономерностей рассматриваемых свойств знания как эмпирического объекта. Стремление некоторых педагогов-исследователей использовать интервальную шкалу часто является неоправданным, т.к. необходимая для применения такой шкалы информация отсутствует, что приводит к использованию субъективных и необоснованных данных. Так, попытка преобразовать балльную шкалу оценок знаний студентов в интервальную шкалу наталкивается на необходимость введения объективных весов заданий. Неудивительно поэтому, что достоверность выводов от применения такой шкалы в таких случаях не увеличивается.

Наиболее сложный и важный этап в оценке уровня сформированности у обучаемого соответствующего качества знаний - это выбор

правила оценки уровня проявления эмпирического признака, характеризующего изученное свойство. По сути дела, формирование такого правила "операционального предписания" /133, с. 29/ есть построение качественной шкалы измерений, т.к. в соответствии с правилом предписания каждому a_i объекту / $i = \overline{1,n}$ / по результатам выполнения j-го задания теста / $j = \overline{1,m}$ / приписывается строго определенный балл ω_j. К сожалению, во многих исследованиях, посвященных измерению психолого-педагогических характеристик обучаемого /26, 65, 67/, этот вопрос вовсе не нашел должного освещения. Между тем, именно с помощью правила предписания появляется возможность объективно оценить качества выполнения обучаемым заданий педагогического теста и приступить к следующему этапу - обработке результатов первичных измерений уровня сформированности у обучаемых рассматриваемого качества знаний.

В зависимости от решаемых в исследовании педагогических задач любая обработка результатов первичных измерений, представленных в виде матрицы W, ставит исследователя перед сложным выбором адекватных используемой порядковой шкале статистических методов обработки экспериментальных данных. Задача нахождения методов, численно характеризующих изучаемые педагогические явления, усложняется тем, что в педагогике, в отличие от естествознания, "принципиально невозможно избавиться от вариативности и неоднозначности результатов педагогических измерений" /67, с. 5/. Применение различных статистических методов на этапе обработки данных педагогического теста всегда ставит исследователя перед выбором: какую математическую модель лучше исследовать с учетом специфики как рассматриваемой педагогической задачи, ее рабочей гипотезы, так и самой математической модели. Практическая и познавательная ценность модели в любом психолого-педагогическом

исследовании в основном определяется ее адекватностью изучаемым сторонам объекта измерения, а также тем, насколько правильно учтены на этапах построения модели /2I, с. 33/ основные принципы моделирования /наглядность, определенность, объективность/, которые во многом определяют как возможности и тип модели /I59/, так и ее функции в данном исследовании /I7, 96/.

В настоящее время можно выделить по крайней мере два основных подхода к моделированию педагогических явлений: первый, основанный на необходимости грубой схематизации и упрощения самого явления, что позволяет описывать отдельные стороны его проявления на строго количественном уровне с использованием различных методов многомерного статистического анализа /26, I24, I58, I66/, и второй - путь строгого, формального описания педагогических явлений, основанного на применении алгоритмических моделей /42/. В первом подходе предполагается, что все психологические и педагогические закономерности являются статистическими, отражают статистическую связь между явлениями. Эта связь позволяет использовать такие понятия математической статистики, как меры центральной тенденции, меры изменчивости, меры связи и т.п. /26, 4I, 67/. При данном подходе считается, что уровень знаний обучаемого, его способности и другие свойства учащегося можно рассматривать как некоторые случайные переменные, на которые влияют большое количество независимо действующих факторов и, следовательно, состояние обучаемого можно геометрически изобразить соответствующим вектором на многомерном, теоретически бесконечном, пространстве переменных. В этом случае для обработки данных используются методы множественного регрессионного анализа, методы канонической корреляции, методы главных компонент и факторного анализа /26, с. I60-204/.

С точки зрения дальнейшей интерпретации результатов, полученных на различных этапах обработки данных, факторный анализ является более адекватной процедурой многомерного анализа. Дело в том, что практическому применению метода главных компонент часто препятствует невозможность количественного измерения переменных, в то время как факторный анализ исходит из коэффициентов парной корреляции, которые, как известно, можно вычислить и для качественных переменных. Но главное заключается в том, что с помощью метода главных компонент "часто просто невозможно интерпретировать полученные результаты, в то время как факторный анализ, дающий неоднозначное решение, оставляет за педагогом или психологом право исходить из содержания анализируемых переменных, интерпретировать их наилучшим для принятой теоретической концепции образом /26, с. I77/. Общее в методах главных компонент и факторного анализа то, что исследователь с их помощью, в принципе, может сократить число первоначально взятых переменных без существенной потери информации. Однако свойства учебной деятельности обучаемого настолько многообразны и сложны, что нельзя описывать их отдельными показателями и характеристиками, ибо на их формирование влияет большое число независимых факторов, неучет которых привел бы к искажению истинного положения дел. Практика проведения педагогических исследований, тем не менее, показывает, что всегда можно выделить основные факторы, численно характеризующие показатели успешности формирования у обучаемого данного качества знаний /I07/. Возможность выделения одного, главного фактора, оказывающего основное влияние и на измеряемое свойство и на результат измерения /I07, I3I/, следует скорее всего понимать как предположение о возможности установления однозначной связи между вероятностью какого-либо события и интенсивностью

главного фактора, влияющего на то, чтобы это событие стало достоверным фактом. Выделение главного, наиболее значимого фактора, как показывает проводимое нами исследование /см. гл. Ш/, открывает новую возможность построения метрических /количественных/ шкал измерений, способных дать достоверное количественное представление об уровне сформированности у обучаемого рассматриваемого качества знаний. Как в психологии, так и в педагогике сложным оказывается и вопрос о содержательной интерпретации выделенных факторов /I3I, с. 42; I07, с. I40/: в большинстве случаев он решается на основе чисто психолого-педагогических соображений. Несмотря на определенные трудности при интерпретации главного фактора, имеющего максимальную суммарную информативность по сравнению с остальными факторами, содержательное истолкование выделенного фактора позволяет не только уяснить смысл последнего, но и уточнить основные гипотезы, на базе которых собственно и строилась модель объекта измерения, что дает возможность улучшать и в чем-то видоизменять первоначально принятую модель изучаемого педагогического явления. Таким образом, весь комплекс исследований может быть организован по схеме многоэтапного анализа: на базе конкретных количественных данных для изучаемой проблемы с помощью методов корреляционного, регрессионного и факторного анализа устанавливаются зависимости общего характера, а затем они используются для того, чтобы взглянуть с новой точки зрения на исходный набор данных, сформировать новые показатели, которые лучше отражают качественную сущность соответствующих педагогических свойств.

Большую роль на этапе обработки огромных информационных массивов экспериментальных данных призваны сыграть формальные и вычислительные методы с применением ЭВМ и широким их внедрением

в практику научно-прикладных психолого-педагогических исследований. Распространение ЭВМ в педагогике позволяет перейти к созданию и повсеместному внедрению в практику педагогических исследований целостных систем анализа данных, обеспечивающих максимальное извлечение свернутой полезной информации, содержащейся в массе первичной информации. Одна из попыток разработки такой системы была предпринята Б.П.Битинасом в работе /27/. Система, о которой идет речь, содержит свыше 200 стандартных программ и предназначена для статистического анализа любой психологической, педагогической и социологической информации, которая может носить количественный характер, но может состоять и из оценок в терминах количественно неизмеряемых признаков. Главными особенностями такой системы являются наличие паспортного и виртуального файлов данных, что делает ее очень гибкой, позволяющей учитывать практически любые пожелания пользователя, а также возможность перешкалирования исходных данных в терминах оптимальной шкалы измерений. В рассматриваемую систему включен ряд процедур анализа психолого-педагогических данных /27, с. 101/: составление одномерных, двумерных и трехмерных таблиц частот объектов; вычисление коэффициентов множественной и канонической корреляции; выполнение процедур факторного анализа для выявления обобщенных признаков; группировка объектов на основе выбранной группы исходных признаков; вычисление производных интервальных шкал на основе группы исходных качественных признаков и т.д. Следовательно, иерархическая структура обработки данных обеспечивает высокую степень свернутости и надежности конечного результата анализа психолого-педагогических данных теста.

В результате исследования качеств знаний учащихся можно сделать следующие выводы:

I. Изучение содержательных основ качеств знаний учащихся в педагогике показало еще слабую разработанность понятийного аппарата, что подтверждается отсутствием единства в трактовке таких ключевых понятий дидактики, как знания учащихся и качество знаний учащихся.

2. Анализ дидактических исследований, касающихся раскрытия содержания объекта нашего исследования, показал многообразие подходов к изучению качеств знаний. Анализ выявил то обстоятельство, что качественное описание объекта исследования требует более полного раскрытия механизма формирования качеств знаний на базе содержательных теорий педагогической психологии.

3. Обобщение результатов исследований по проблеме измерения качественных показателей учебной деятельности позволило прийти к выводу о том, что трактовка понятия "тестирование" становится более определенным, если его рассматривать с позиции таких положений, как: I/ объект измерения; 2/ исследователь; 3/ эмпирический признак; 4/ тест; 5/ шкала измерений; 6/ обработка результатов тестирования; 7/ интерпретация полученных данных. Анализ существующих подходов к разработке средств измерения и оценки качеств знаний показал, что именно такое понимание измерения позволяет компенсировать отсутствие методологических основ при создании средств контроля и диагностики качеств знаний учащихся.

4. Изучение содержания качеств знаний в рамках имеющихся педагогических и психологических работ позволяет сделать вывод о том, что в основу анализа качества знаний учащихся как объекта измерения должен быть положен более объективный подход, базирующийся на детальном раскрытии деятельности учащегося и позволяющий рассматривать качества знаний как психолого-педагогические характеристики учебной деятельности и ближе подойти к разработ-

ке соответствующих средств их оценки и контроля, а следовательно, и к выбору адекватных статистических методов обработки результатов педагогического тестирования с учетом их корректного применения в психолого-педагогических исследованиях.

Глава П. МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ СТАНДАРТИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ ОЦЕНКИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Создание стандартизированной методики описания качеств знаний обучаемых и построение на ее основе средств их оценки и контроля, как показывает приведенный анализ в главе I, находится пока на стадии поисковых исследований и ждет своего конструктивного решения, т.к. появление такой методики связано с необходимостью дальнейшей разработки теоретических основ качеств знаний, что возможно осуществить лишь на основе анализа психологических механизмов деятельности учащихся в процессе обучения и выделения в ее структуре составных компонентов, содержание которых является отправным пунктом к изучению качеств знаний обучаемых в целом. Данная глава посвящена рассмотрению деятельностного подхода к изучению качеств знаний, применительно к конкретно взятому качеству - глубине знаний обучаемых, что позволяет подробно проследить основные этапы формирования стандартизированных средств контроля знаний обучаемых.

2.I. Деятельностный подход к изучению качеств знаний студентов в высшей школе

Содержательной основой изучения качеств знаний обучаемого являются важнейшие положения педагогики о том, что знания приобретаются, сохраняются и усваиваются лишь в процессе активной целенаправленной деятельности. Только на основе целенаправленной деятельности появляется возможность исследовать активность не только с позиции развития обучаемого как личности. В свое время

еще К.Маркс указал, что порожденный человеческой деятельностью предметный мир обусловливает развитие всех человеческих чувств, человеческой психологии, человеческого сознания /I, с. 593/.

2.I.I. Учебная деятельность и методы ее описания

Современные научные данные, установленные в педагогике и психологии /55, 57, 90, II6/ свидетельствуют об отсутствии врожденности каких-либо форм деятельности человека, а скорее об обусловленности процесса психического развития формами и способами деятельности.

В деятельности человека, в учении и труде его психические свойства на основе наследственных задатков как предпосылок, обусловливающих, но не предопределяющих его развитие, не только проявляются, но и формируются. В процессе деятельности индивид становится человеком, усваивая некоторую частицу совокупного, социально-исторического опыта человечества.

Исходным методологическим принципом исследования человеческой деятельности служит важное положение марксизма о том, что первая предпосылка всякой человеческой истории - это существование человеческих индивидов, и для этого нужно производство средств, необходимых для удовлетворения этих потребностей. Карл Маркс и Фридрих Энгельс в одной из своих работ отмечают: "...Этот способ производства надо рассматривать не только с той стороны, что он является воспроизводством физического существования индивидов. В еще большей степени это - определенный вид их жизнедеятельности" /2, с. I9/. Специфика человеческой деятельности заключается в ее производственно-творческой сущности,

общественной природе и сознательном характере. В процессе деятельности формируются и осуществляются все психические процессы у человека /ощущение, восприятие, память, мышление/, поэтому изучение различных видов деятельности человека имеет не только большое теоретическое, но и практическое значение в понимании общественных процессов. Свидетельство тому - наличие целого ряда работ, посвященных психологическому анализу деятельности, среди которых особо отметим труды ведущих советских психологов: Л.С.Выготского /37/, С.Л.Рубинштейна /136/, А.Н.Леонтьева /90/, Б.Г.Ананьева /13/, В.Д.Шадрикова /169/. Психологический анализ деятельности позволил выработать три основных положения о деятельности: во-первых, деятельность человека всегда имеет предметный и субъективный характер; во-вторых, деятельность человека изначально социальна, в ней реализуются общественные отношения людей; в-третьих, деятельность человека имеет системное строение, поэтому необходимо использовать системный анализ для изучения деятельности как некоторой системы.

В теории и практике педагогики высшей школы основное внимание педагогов и психологов уделяется изучению учебной деятельности /УД/. Будучи одним из основных видов деятельности, учебная деятельность выступает как "специфическая связь учащегося с окружающей социально-психологической средой, т.е. учебным процессом, и осуществляется всей системой умственных действий, подчиненных строго определенным целям и требованиям умственного напряжения" /57, с. 66/.

Важнейшей характеристикой учебной деятельности является ее предметность. Предметом учебной деятельности являются "научные понятия, законы науки и опирающиеся на них общие способы выделения понятий и решения некоторого класса конкретно-практических

задач" /52, с. 33/. Однако, обучаемый может выделить научное понятие как особый объект усвоения лишь в процессе совместной деятельности с другими обучаемыми. Иными словами, для выделения понятия в ситуации практического действия, необходим обмен деятельностью между обучающим и обучаемым. В этом смысле становление личности специалиста с высшей квалификацией можно рассматривать как результат взаимодействия двух видов деятельности: обучающей и учебной деятельности. При этом необходимо учитывать, что "именно учебная деятельность является стержнем учебно-воспитательного процесса, т.е. основным содержанием образования, а деятельность преподавателя - лишь средство для создания форм движения этого содержания" /II6, с. 25/. В этом проявляется подлинная социальная природа учебной деятельности как формы сотрудничества обучающего с обучаемым, как одной из форм включения подрастающего поколения в систему общественных отношений, т.е. в открыто коллективную деятельность. Именно на основании социальной обусловленности отношения между преподавательской и учебной деятельностью /а не между субъектами деятельности/, и выделяют учебную деятельность как один из видов деятельности.

Задача психолого-педагогического анализа учебной деятельности состоит в том, чтобы на основе использования системного подхода и применения вышеуказанных основных положений психологии о деятельности строить различные по своему характеру модели учебной деятельности и изучать те или иные свойства УД, что позволяет расширять область наших представлений об учебной деятельности, а, главное, полнее описывать и оценивать ее основные характеристики.

Теория и практика педагогики высшей школы уже располагают достаточно полным представлением об учебной деятельности как о

сложной, иерархически построенной, динамически развивающейся системе, имеющей структуру с большими возможностями переключения с одного уровня функционирования на другой. Основными компонентами учебной деятельности как некоторой системы выступают мотив, цель и условия деятельности. "Мотив, - пишет В.П.Зинченко, - это предмет, на который направлена деятельность, цель - представление о результате деятельности. Цель, данная в определенных условиях, представляет собой задачу деятельности. Отношения между компонентами деятельности подвижны, изменчивы" /6I, с. 6/. Именно на основании теоретических положений о деятельности можно выделить три блока в системном строении учебной деятельности: мотивационный, исполнительный и целевой, которые находятся в соподчинении друг другу, во взаимной обусловленности и взаимодействии при определенных условиях протекания УД.

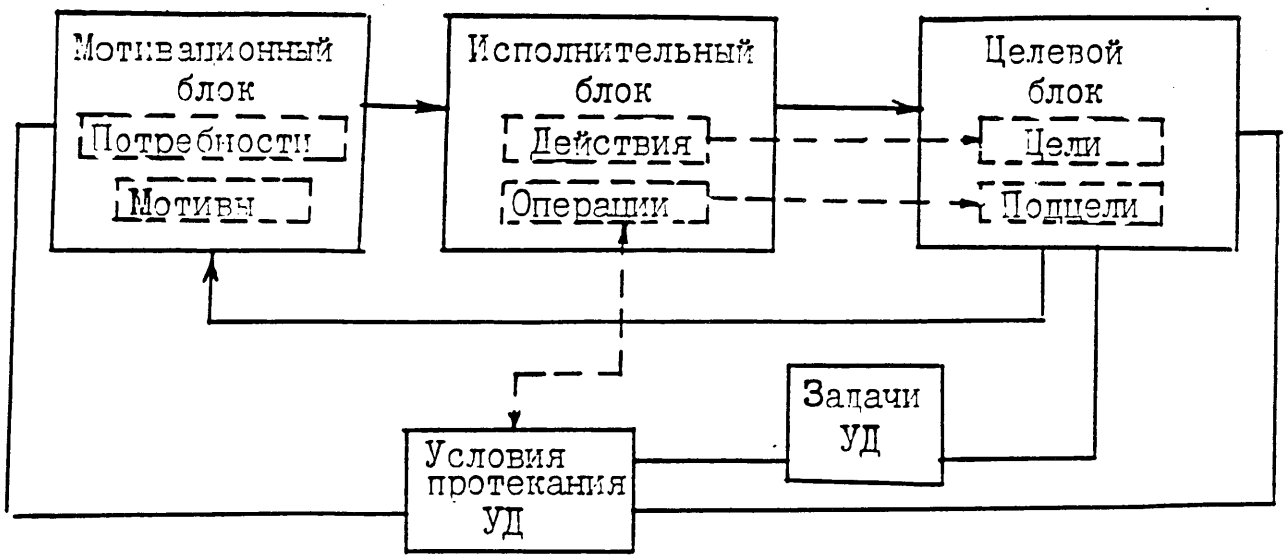


Рис. I. Структура учебной деятельности

Согласно структуре УД /см. рис. I/ мотивационный блок включает потребности, интересы и мотивы УД. Потребности отражают нарушение равновесия в какой-либо отдельной системе организации УД /II3, с. I8/. Потребности служат важным источником, порождаю-

щим активность обучаемого. Основой учебной деятельности является потребность в познании действительности, ее изменении и преобразовании в соответствии с поставленными субъектом /учащимся/ целями и задачами. Одна и та же потребность может быть удовлетворена различными объектами. Тот конкретный объект, который удовлетворяет данную потребность, называется м о т и в о м. Суть мотива в том, что он отражает значение, которое приобретает предмет при соотнесении его с потребностью, поскольку именно оно побуждает обучаемого /субъект/ к овладению этим предметом. К мотивам УД можно отнести социальную установку, престиж профессии, участие в жизни общества и т.д. Наряду с ними существует и ряд других личностных мотивов, побуждающих учащихся к учебной деятельности. К ним относятся: осознание значимости усвоения знаний, перспектива социального и профессионального продвижения, материальная обеспеченность профессии и др. Таким образом, успешность обучения студентов в вузе в значительной мере будет определяться согласованием социальных установок и характером самооценки индивидуально-психологических качеств, необходимых для освоения избранной профессии.

Рассмотрим теперь структуру исполнительного блока УД. Основной структурной единицей учебной деятельности является действие, посредством которого реализуется "мотив - цель", т.е. производится или присваивается предмет, удовлетворяющий потребность, побудившую субъект к деятельности. Поэтому основные компоненты деятельности, включенные в исполнительный блок УД, - это действия и операции /см. рис. I/. Действие - это сознательный акт деятельности, который направляется на объект. Действие отличается от деятельности тем, что предмет /цель/ и мотив деятельности должны совпадать, т.к. мотив переносится на цель деятельности.

Действие исходит из мотивов и направлено на осуществление конкретной цели. Основным предметным содержанием действия является, по мнению П.Я.Гальперина, "направленное преобразование объекта из наличного состояния в намеченное" /39, с. 38/.

Акты, на которые распадается действие, называются операциями. Иными словами, операциями называется способ осуществления действия. Если действие соотносится с целью деятельности, то операции определяются условиями, при которых осуществляется деятельность. Отметим еще, что понятия действия и операции являются относительно тождественными: то, что на одном этапе обучения выступает в качестве действия, на другом становится операцией. Учебная деятельность осуществляется посредством множества действий и операций. Так, приобретение студентом совокупности общеучебных и практических умений требует выполнения некоторых операций: постоянное выявление связи теоретических знаний с практическими навыками, решение различных практических и прикладных задач и т.д. Названные действия, в свою очередь, делятся на целый ряд более простых операций и т.д.

Описание целевого блока УД, представленного на рис. I, начнем с определения цели деятельности. Цель учебной деятельности, как говорилось выше, это предмет, на который направлена деятельность обучаемого как на свой конечный результат /продукт/. "В соотношении мотива и цели деятельности меняется отношение человека к содержанию деятельности, к ее цели, и к тому, что получается в результате достижения этой цели" /89, с. 83-84/. "Если мотив, - отмечает Б.Ф.Ломов, - побуждает к деятельности, то цель конструирует конкретную деятельность, определяя ее характеристики и динамику" /97, с. I2/. Иными словами, разделение мотива и цели учебной деятельности ведет к различным результатам индиви-

дуальной и общественной /коллективной/ деятельности. Напротив, совпадение мотива с целью УД придает ей плодотворный характер, ориентирует на непосредственный результат, движимый конкретным мотивом, на службу конечному результату /продукту/ деятельности. "Сдвиг мотива на цель, - пишет А.Н.Леонтьев, - не только делает отражение сферы человеческих отношений, складывающихся в ходе УД, сознательным, но и объясняет возникновение у субъекта деятельности новых потребностей и их изменения" /91, с. 303/. Действительно, у студентов, чьи мотивы поступления в вуз связаны с пониманием значимости лучшего овладения профессией, возникает острая потребность в постоянном дополнении и углублении своих знаний по избранной специальности. В приведенном примере мы наблюдаем постоянный взаимный переход мотив-цель и цель-мотив друг в друга в процессе учебной деятельности.

Цель учебной деятельности выступает, с одной стороны, как нормативная цель, заданная общественной необходимостью, а, с другой, как личностная цель субъекта - стать специалистом в данной области знания. Иначе говоря, общественная цель находит свое воплощение посредством достижения более конкретной цели УД. Именно профессиональная направленность учебной деятельности студента и отличает ее, главным образом, от деятельности, к примеру, школьника. В систему подцелей УД студента вуза могут входить следующие "вторичные" цели: профессиональная и психологическая подготовка к самостоятельному труду, овладение специальными умениями и навыками, изучение иностранного языка и др.

Учебная деятельность способна функционировать при определенных, внутренних и внешних условиях. "Условия, - пишет В.М.Блинов, - это предметы, в отношении которых должна быть проявлена активность для достижения цели" /28, с. 53/. Социалистическое

общество, в отличие от капиталистического, предоставляет всем гражданам равноправную возможность получить как полное среднее, так и высшее образование. Более того, Советский Союз и страны социалистического содружества ежегодно готовят для развивающихся стран Азии, Африки и Латинской Америки тысячи высококвалифицированных специалистов по всем отраслям знаний. Примером такой бескорыстной помощи СССР стало создание многонационального, интернационального вуза - Университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы, в котором обучается свыше 6700 студентов, аспирантов, ординаторов из 107 стран мира, представителей 450 наций и народностей /160, с. 5/. Однако, существование внешних педагогических условий для обучения студентов в вузе должно быть дополнено субъективными условиями, предполагающими наличие у субъекта УД определенных индивидуальных, психологических и профессиональных качеств и способностей, что в сущности, определяет готовность студента к обучению в вузе.

Таким образом, от абстрактной "модели" учебной деятельности, описанной нами выше, осуществляется переход к практической модели функционирования этой деятельности в действительности. Особое внимание при рассмотрении практической модели УД необходимо уделить вопросу изменчивости соотношения мотивов и целей УД в ходе ее протекания.

Так, в ходе процесса обучения происходит изменение и усложнение содержания мотивов деятельности студентов: различные ее аспекты приобретают личностный смысл и опредеяют привлекательность будущей профессии. Значительные изменения, которые претерпевает мотивационная сфера деятельности учащегося, вызваны как объективными факторами, такими, как содержание обучения, методика преподавания, личность преподавателя, взаимоотношения в сту-

денческом коллективе и др., так и субъективными факторами, такими как уровень адаптированности личности, уровень развития его умственных способностей, осознание ближайших и конечных целей обучения, теоретической и практической значимости усвоения знаний и др. Если, например, в первые годы обучения в вузе такие мотивы, как материальная обеспеченность и престиж профессии менее значимы, чем, например, политические и нравственные идеалы, чувство долга и пр., то на старших курсах происходит перестройка системы мотивов: на первый план выдвигаются мотивы, связанные с творческими возможностями профессии, ее широким применением. На завершающем этапе вузовского обучения наблюдается сдвиг всей системы мотивов на основную цель обучения - становление специалиста.

Нельзя не отметить, что на определенных этапах обучения происходит взаимодействие доминирующих уровней учебной деятельности студента - целевого, познавательного и чувственного. Однако, на всех этапах обучения доминантно-целевой уровень остается ведущим по выполнению цели /56, с. 6/, т.к. он связан непосредственно с формированием цели обучения и получением конечного результата труда студента. Если же цель по каким-то причинам остается для студента невыполненной, то его деятельность переходит на другие уровни, способствующие созданию новой или выполнению старой цели. В исследованиях по учебной деятельности /56, с. 28/ отмечается и определенная фазность развития доминирующих уровней УД студента: на первых порах преобладает отсутствие адаптации студента и познавательная неуравновешенность, на старших курсах наступает фаза неустойчивого приспособления, в более поздней фазе вся система уровней деятельности приходит в соответствие с основной целью обучения в вузе.

Таким образом, проведенный анализ учебной деятельности как сложной иерархически построенной системы позволяет сделать ряд выводов, важных для дальнейшего раскрытия содержания объекта исследования. Во-первых, являясь основным содержанием образования, учебная деятельность направлена на приобретение учащимся необходимых знаний, умений и навыков для дальнейшей профессиональной деятельности. Знания выступают как мотив и одновременно как цель УД. Именно поэтому можно считать, что качества знаний являются основным свойством учебной деятельности. Во-вторых, в ходе процесса обучения происходит изменение и усложнение содержания мотивов учебной деятельности студентов, в соответствии с которыми меняются и характер, и содержание приобретаемых ими знаний. В этом плане и качества знаний также постоянно совершенствуются и повышаются в соответствии с требованиями предстоящей профессиональной деятельности. В-третьих, знания выступают как целевой продукт учебной деятельности. Рассматривая знания как психологическую компоненту УД, а качество знаний как свойство УД, мы можем по-новому изучить объект исследования как бы "изнутри", выделяя в нем основным моменты, которые выступают как движущие силы его существования и развития.

2.I.2. Качества знаний учащихся как свойства учебной деятельности

В ходе анализа учебной деятельности сложилось достаточно ясное представление о качествах знаний как о целостной системе свойств УД. Поэтому рассмотрение качественных сторон усвоения знаний на основе деятельностного подхода требует: во-первых, сня-

тия неопределенности в трактовке содержания основополагающих понятий педагогики; во-вторых, раскрытие самого объекта исследования - качества знаний как свойства учебной деятельности студента; в-третьих, учета индивидуальных особенностей усвоения обучаемым научных знаний. При этом, изучение качеств знаний должно вестись не статически, а в динамике развивающегося знания, с учетом объективной необходимости постоянного совершенствования студентами своих знаний.

Знание как одна из основных категорий педагогической науки трактуется по-разному. С точки зрения философии, "знание - это духовная деятельность, отражение объективной действительности, рассмотренное с точки зрения не процесса, а результата" /79, с. 95/. П.В.Копнин определяет знание как процесс создания идей, идеально отражающих объективную реальность в формах его деятельности и объективно существующих в виде определенной языковой системы" /73, с. 25/. В педагогике категория знания рассматривается с двух сторон: а/ как общественное достояние, воплощенное либо в предметной, либо в знаковой форме; б/ как достояние личности, форма ее деятельного существования, т.е. когда знания, отразившись в голове субъекта, проявляются только в процессе д е я т е л ь н о с т и . Таким образом, в педагогике знания выступают не только как отражение деятельности обучаемого, но и как плод /результат/ этого отражения.

Первоначальные знания /эмпирические, общие и теоретические/ существуют объективно вне личности как результат познания людьми объективных закономерностей внутренних сущностных связей и отношений предметов и явлений действительности, что, в сущности, и составляет содержание различных наук. Отобранные из научных знаний фундаментальные сведения составляют содержание обучения в

вузе. В свою очередь, результат усвоения содержания обучения есть результат целенаправленной познавательной деятельности, в ходе которой осознанно воспринимается в памяти учащихся информация о действительности, опосредственная форма ее отражения. Итак, усвоение содержания обучения соотносится в педагогике с возможностью применения знаний в самых различных условиях. Иными словами, в педагогике объектом изучения должно стать более конкретное свойство знаний - их к а ч е с т в о . Суть деятельностного подхода к изучению качеств знаний в том, что соответствующие свойства УД /качества знаний/ постепенно формируются у учащихся в результате их с о б с т в е н н о й у ч е б н о й д е я т е л ь н о с т и , совершенствуются как в ходе ее протекания, так и после достижения цели обучения, т.е. по мере включения студента в дальнейшую профессиональную деятельность.

Связь качеств знаний и деятельности можно проследить, рассматривая соотношение психической и практической деятельности. Психическая деятельность не только проявляется, но и формируется в процессе внешней, практической деятельности человека. В связи с этим Н.Ф.Талызина справедливо отмечает, что "новые акты психической деятельности, в том числе познавательной деятельности, могут быть получены из деятельности внешней, материальной, направленной на предметы и явления внешнего мира. Получить существенно новые элементы психической деятельности сразу в форме внутреннего, психического, человек не может". И далее: "... стремление передать знания сразу в речевой форме, путем одного речевого общения, в обход мира вещей и действий с ними философски означает рассмотрение психики как отражение не внешнего мира, а сознания других людей" /150, с. 18-19/.

Таким образом, если учебную деятельность рассматривать как

процесс постепенного освоения и присвоения готового знания /А.Н.Леонтьев/, то качества знаний можно представить как промежуточные продукты /результаты/ этой деятельности. В этом смысле качество знаний представляется нам как сложное многогранное свойство учебной деятельности, которое формируется и изменяется под воздействием таких факторов, как функционирование системы учебного процесса, мыслительных особенностей студентов, взаимодействия деятельности преподавания и учения.

Исходя из вышесказанного, можно дать следующее определение: качество знаний - это объективная характеристика /свойство/ знаний как результатов учебной деятельности, выявляющая степень усвоения учащимся системы научных знаний, возможность их применения для решения различных практических задач обучения в данной области знаний. Отсюда вытекает важный вывод о том, что качество знаний перестает быть лишь конкретным свойством самих знаний, а, отвлекаясь от них, становится одной из главных характеристик учебной деятельности. Высокий уровень научных знаний позволяет учащимся не только быстро и активно ориентироваться в мире изменяющейся информации, но и дополнить и умножить научные знания, которые сами являются плодом многообразной /познавательной, трудовой, учебной и др./ деятельности людей, труда предшествующих поколений. Следовательно, наблюдается здесь взаимная обусловленность знаний учащихся научными знаниями, качеств знаний учащихся - их целенаправленной учебной деятельностью. Поэтому деление качеств знаний на объективные и субъективные /93/, на наш взгляд, носит чисто условный характер, поскольку любое качество знаний может быть рассмотрено одновременно как свойство знаний и как свойство деятельности субъекта, зависящее от него самого, в определенной мере характеризующее его обученность, развитость и вос-

питанность. Иными словами, формируя у обучаемых качества знаний, мы тем самым актуализируем, преобразуем и совершенствуем их учебную деятельность и наоборот. В этом заключается глубокая связь качества знаний студента с его собственной деятельностью, а, следовательно, и качества подготовки специалиста с его профессиональной деятельностью.

Необходимость обеспечения высокого уровня сформированности качества знаний обучаемого становится еще более актуальной, если этот вопрос рассматривать в свете превращения науки в непосредственно производительную силу общества. Наука была и остается средством формирования научного знания, научной картины мира. Само существование науки как специального социального института, ее возрастающая роль в обществе, в конечном счете, обусловлены тем, что наука призвана выполнять в системе общественного разделения труда функции, связанные с осуществлением деятельности по формированию научного знания, определенных норм познавательных отношений к действительности. Именно на этой основе и может реализоваться проективно-конструктивная функция науки, заключающаяся в том, что "научные знания не просто в той или иной степени влияют на производство, способствуют совершенствованию существующих технологий и т.д.; на основе науки возникают качественно новые производственные процессы, выступающие как революционные скачки в развитии производства" /I72, с. I2/ и требующие постоянного повышения уровня подготовки специалистов и качества приобретенных ими в стенах вуза знаний и умений.

Качества знаний относятся к тем характеристикам учебной деятельности, которые учитывают возможности учащихся, их личностные особенности усвоения научной информации. Характеристика процесса усвоения знаний и его результаты находятся в прямой зависи-

мости от степени познавательной деятельности обучаемого. Усвоение всегда выступает как процесс взаимодействия старых и новых знаний, слияние чужого опыта с показателями собственного. "Если вдуматься, - писал И.М.Сеченов, - хотя немного в условия так называемого понимания мыслей, то в результате оказывается, что ключом к нему может быть только личный опыт" /I43, с. I3I/. Мастерство преподавателя по-разному влияет на уровень, темпы и характер усвоения знаний тем или иным студентом в зависимости от целого ряда его особенностей: уровня начальной учебной подготовки в вузе, уровня сформированности у обучаемого общеучебных и практических умений, умственного развития, обусловленного, в частности, возрастными особенностями обучаемого и т.д. Так как знания студента - это результат мыслительной переработки им учебной информации, то качества знаний студента во многом зависят от него самого, от его мыслительных способностей, особенностей памяти и от таких качеств его характера, как трудолюбие, настойчивость, умение самостоятельно приобретать знания, от интереса к учебному предмету. С другой стороны, формирование качеств знаний зависит и от преподавателя, от его знаний, специальных и педагогических, его эрудиции, от его умения передать эти знания, от его требовательности, от умения заинтересовать, привить любовь к своему предмету. Нередко отношение студентов к преподавателю часто переносится ими на отношение к предмету. Высокий уровень формирования качества знаний связан также и с поисками путей активизации познавательной деятельности студентов. Так, М.И.Еникеев выделяет три этапа познания и соответствующие им приемы активизации познавательной деятельности учащихся: активизацию известных фактов, знаний, их сопоставление между собой и новыми фактами в проблемной ситуации; сравнение и сопоставление новых фактов, побуждение

учащихся к индуктивному умозаключению, к самостоятельному выводу, что соответствует этапу перехода в процессе познания от явления к его сущности; использование знаний в новой ситуации: на этом этапе приемы активизации связаны с применением знаний /60, с. 41/. Несомненно, большую роль в активизации познавательной деятельности студентов призваны сыграть различные технические средства обучения и контроля знаний студентов /18, 102/.

Одним из важнейших признаков высокого качества знаний являются умения и навыки творческой деятельности. Творческое мышление характеризуется, главным образом, структурой мыслительного процесса, богатством, сложностью и результативностью умственных операций. Эффективным средством для формирования творческого мышления служат познавательные задачи. Второй путь достижения высокого уровня знаний связан с усилением развивающей роли обучения. Современные концепции развивающего обучения /49, 69/ направляют главное внимание на усвоение учащимся сущности изучаемых явлений, связей и зависимостей между ними. Таким образом, обеспечение высокого уровня формирования качества знаний студентов обусловлено и современными методами обучения, применение которых должно идти в ногу с учетом возможностей обучаемых и закономерностей процесса обучения в высшем учебном заведении.

Деятельностный подход к содержательному изучению свойств учебной деятельности служит надежным и прочным фундаментом для разработки методики описания и диагностики качеств знаний студентов вуза. Он призван восполнить пробел, существующий в практике исследования качеств знаний в условиях вузовского обучения. Подтверждением этого стали исследования /106-110/, проводимые более десяти лет преподавателями и сотрудниками кафедры высшей математики Университета дружбы народов им.Патриса Лумумбы и обоб-

щенные в монографии В.И.Михеева /I07/. В рамках рассматриваемого подхода методология исследования качеств знаний, выступающих в качестве объектов измерения /ОИ/ предполагает решение двух взаимосвязанных задач: во-первых, построение модели содержания эмпирического объекта /ЭО/, т.е. определенных сторон УД обучаемого путем выделения свойств и описания их, и, во-вторых, разработку методов, средств и процедур измерения свойства ЭО и приложение их в практике решения различных задач обучения /I07, с. I5/. Достоинством такого подхода, на наш взгляд, являются, во-первых, уточнение научного языка, на котором формируется рабочая гипотеза путем проведения содержательного анализа качеств знаний как свойств УД; во-вторых, построение содержательной модели соответствующего качества знаний с учетом психолого-педагогического анализа свойств деятельности обучаемого; в-третьих, возможность разработки единой стандартизированной методики описания и оценки качеств знаний обучаемых. Именно с этих позиций нам видится определенная перспектива в изучении того или иного качества знаний и построении методов измерения уровня их сформированности в вузе, т.к. при таком подходе особое внимание уделяется как методологии качественного и количественного описания качеств знаний обучаемого, так и разработке самих методов получения и обработки результатов первичных и производных измерений психолого-педагогических признаков учебной деятельности обучаемого на этапах тестирования.

2.2. Глубина знаний и механизм ее формирования у студентов

Изучение психолого-педагогической литературы, посвященной рассмотрению поднятых выше вопросов /70, 77, 93/, выявило тот

факт, что глубина знаний как одно из определяющих качеств знаний еще не стала объектом серьезного педагогического анализа, что делает актуальным раскрытие содержания данного педагогического понятия и выделение основных характеристик, наиболее отражающих его сущность.

Рассматриваемое качество знаний неоднозначно выделяется разными педагогами, оно еще не нашло четко обоснованного определения в свете изучения деятельности обучаемого. Так, И.Я.Лернер на основе соотнесения состава содержания образования и видов знаний определяет глубину знаний как "число осознанных существенных связей данного знания с другими, с ними соотносящимися" /93, с. 18/. Данное качество знаний выделяется автором в свете рассмотрения онтологической функции знаний, на этом основании выделяются такие качества, как полнота, глубина, конкретность, развернутость и системность. Глубина знаний, по мнению И.Я.Лернера, относится к объективным качествам знаний. Глубина знаний влияет на формирование таких качеств знаний, как осознанность, оперативность, развернутость и конкретность /93, с. 20/.

Исходя из уровневой структуры качеств знаний, Э.А.Красновский и Т.Л.Коган /77/ выделяют на личностно-деятельностном уровне многие свойства умственной деятельности обучаемого, в том числе и глубину мышления, характеризующую возможность перехода знаний во внутренние, побудительные мотивы, убеждения личности учащихся. При этом глубина знаний является тем важным свойством учебной деятельности, оценка которого позволяет выносить определенные суждения относительно характера усвоения знаний, а следовательно, и глубины мышления в целом.

Многие исследователи /70, 95/ описывают процесс формирования у обучаемых глубины знаний на различных этапах обучения. Касаясь

этого важного вопроса, авторы отмечают, что глубина знаний измеряется числом доступных обучаемым существенных связей между знаниями. Однако, по мнению авторов, не все связи между знаниями могут, как правило, быть раскрыты сразу, во-первых, потому что учащимся обычно трудно воспринимать множество параллельных, рядоположенных связей или длинную цепочку их, а, во-вторых, по той причине, что новые связи требуют и новых промежуточных знаний для понимания этих связей. Раскрытие связей требует много времени, которое может занять все время, отведенное на изучение учебного предмета. Именно поэтому, важно, чтобы с введением каждой связи была восстановлена в сознании учащихся вся совокупность связей до данного момента изучения и тем самым, определено место нового знания в системе усвоенных связей /70, с. 52-53/. Таким образом, в педагогических исследованиях задача определения глубины знаний, позволяющая перейти к разработке средств ее измерения и оценке уровня ее формирования у обучаемых, ждет своего конструктивного решения. Уточнение приведенных определений возможно лишь путем раскрытия механизма усвоения учащимся знаний, которое проявляется лишь в ходе активной учебной деятельности обучаемого.

В психологических исследования глубина усвоения знаний определяется как "мера процесса интериоризации, мера завершенности перехода внешнего во внутренний мир личности обучаемого" /I29, с. I9/. В этом смысле знания бывают глубокими и поверхностными, т.е. формально усвоенными. При этом характеристика процесса усвоения знаний и его результаты находятся в прямой зависимости от степени познавательной деятельности обучаемого. На наш взгляд, трактовка глубины знаний как одного из определяющих качеств знаний предполагает качественное его описание путем раскрытия механизма его формирования и конкретизации его структуры посредством

выделения в ней главных признаков, определяющих содержание рассматриваемого качества. Поэтому основой изучения является деятельностный подход, разработанный в фундаментальных трудах советских психологов: Л.С.Выготского /37/, А.Н.Леонтьева /90/, С.Л.Рубинштейна /136/, Б.Ф.Ломова /97/, Н.Ф.Талызиной /152/, Г.Г.Граника /44/ и др.

В качестве единицы психологического анализа глубины знаний /см. рис. 2/ мы рассматриваем действие, которое исходит из определенных мотивов и направлено на выполнение конкретной цели. При этом оно выступает как законченный акт учебной деятельности. "Соотношение цели и условий, - пишет С.Л.Рубинштейн, - определяет задачу, которая должна быть разрешена действием" /136, с. 152/. Изменение цели при сохранении цели действия ведет к изменению ее операциональной части. Если действие выполняется в различных условиях, то оно обобщается, выступая как умение. Таким образом, в психологическом плане умение выступает как мера обобщения и освоения действия. Иными словами, умение - это овладение способом обобщенного действия и переноса его в измененную учебную ситуацию на основе правильного использования ранее приобретенных знаний, навыков и приемов, но не достигающее высшей степени, т.е. навыка.

Что касается педагогического осмысления понятия "глубина знаний", то его трактовка строится на понимании и изучении механизма формирования умения, что позволяет рассматривать глубину знания как определенную педагогическую характеристику сформированности у обучаемого определенного умения. Таким образом, в результате наших рассуждений можно сделать два важных вывода, имеющих теоретическое и практическое значение для решения поставленной задачи:

Ориентировочную основу действия необходимо отличать от системы условий, объективно необходимых для успешного выполнения действия, так как любая реальная система условий связана: а/ с особенностями цели и объекта действия; б/ с характером и порядком операций, входящих в действие; в/ с особенностями исполнительных орудий и др. В свою очередь, исполнительная часть действия обеспечивает заданные преобразования в объекте действия. Что касается контролирующей части действия, то она направлена на слежение за ходом действия и сопоставление полученных результатов с заданными образцами. К этому добавим, что с помощью контролирующей части действия у обучаемого производится необходимая при этом коррекция как в ориентировочной, так и в исполнительной частях действия. С учетом структуры обобщенного действия модель содержания глубины знаний схематично показана на рис. 2.

Таким образом, глубина знаний рассматривается нами как определенная педагогическая характеристика сформированности у обучаемого соответствующего умения. Как известно, в советской психолого-педагогической литературе до сих пор не уточнены соотношения между понятиями "у м е н и е" и "н а в ы к". Более того, понятие "умение" трактуется различными педагогами и психологами отнюдь неоднозначно. Такая различная трактовка двух понятий возникла в связи с тем, что они заимствованы из жизни и остаются на уровне эмпирических толкований со всеми вытекающими последствиями: многозначностью и отсутствием функционального содержания.

Анализ психологической литературы показывает, что имеющиеся противоречия в представлениях о соотношении умений и навыков связаны с различным использованием понятия "умение". Одни авторы /32, 98, 167/ под умением понимают возможность осуществлять на профессиональном уровне какую-либо деятельность. Поэтому эти ав-

торы считают, что умения формируются на базе нескольких навыков, характеризующих степень владения действием. Естественно, что при этом навыки предшествуют умению. Другие авторы /44, 164/ под умением понимают возможность осуществлять какое-либо действие, операцию. У них умения предшествуют навыку, поскольку навык рассматривается ими как более совершенная стадия овладения действиями.

Думается, что абсолютное противопоставление двух вышеприведенных точек зрения ошибочно. Мы разделяем точку зрения авторов, которые считают, что умение - "это система знаний плюс система навыков; умение проявляется при решении новых задач и включает в себя момент творчества" /98, с. 229-230/. В этом случае речь идет о деятельностном умении, которое следует отличать от операционального умения, т.е. навыка. Однако и навык, и умение означают овладение тем или иным способом выполнения действия как законченного, составного акта любой деятельности. Различия между умением и навыком обнаруживаются в условиях и способах деятельности. Так, умение формируется упражнениями в изменяющихся условиях, а навыки вырабатываются в одних и тех же условиях учебной деятельности. Если при наличии умения человек еще вынужден осуществлять оперативный самоконтроль за ходом действий, то на уровне навыка он специально не обдумывает каждый элемент деятельности, хотя при необходимости он может это свободно сделать. Тем самым понятия "умение" и "навык" отражают разный уровень потенциальной готовности обучаемого к действию.

Вместе с тем, следует учесть замечание Е.П.Ильина о том, что признаком сформированности навыка является не автоматизация действия /ведь автоматизировать можно и неправильно выполняемое действие/, а его к а ч е с т в о /66, с. 140/. По мере овладения действием(приобретения умения)изменяется не только качество

исполнения действия в сторону улучшения, но и расширяются способы управления им. Появляется возможность выполнять действие автоматизированно, т.е. с отключением динамического /смыслового и перцептивного/ контроля за самим действием, переключением этого контроля на результат действия или ситуацию, в которой оно осуществляется. При этом остается фоновый /тонический/ перцептивный контроль, с помощью которого осуществляется слежение за выполнением программы действия. Поэтому автоматизация - это лишь "следствие психологической перестройки самим обучающимся способов управления действием. Обучаемый освобождает действие от динамического контроля вследствие появления уверенности, что и без этого контроля действие будет осуществлено правильно вследствие формирования динамического стереотипа и усвоения программы действия /66, с. 148/.

Говоря о соотношении понятий "умение" и "навык", нельзя также исключать диалектическую взаимосвязь и взаимопереходы навыка в умение и наоборот. Умение включает в себя ряд навыков. С другой стороны, определенное умение, многократно повторяясь, может приобретать признак навыка.

Если понятия "умение" и "навык" отражают потенциальную готовность обучаемого к совершению действий, то понятие "способность" отражает особые свойства личности, раскрывающиеся при выполнении какой-либо деятельности. Известный советский психолог Б.М.Теплов определяет способности как "индивидуально-психологические особенности, отличающие одного человека от другого... Способностями называются не всякие индивидуальные особенности, а только такие, которые имеют отношение к успешности выполнения какой-либо деятельности, от которых зависит возможность осуществления и степень успешности какой-либо деятельности. Они не сво-

дятся к наличным навыкам, умениям или знаниям, но ... могут объяснить легкость и быстроту приобретения этих знаний и навыков" /I54, с. I0-II/. В.А.Крутецкий так характеризует различие между умениями, навыками и способностями: "при анализе способностей всегда имеют в виду качества, особенности человека, выполняющего ту или иную деятельность, а при анализе умений и навыков - качества, особенности деятельности, которую осуществляет человек" /82, с. 86/.

Навыки, умения и способности обучаемого взаимообусловлены: "без наличия опредеденных способностей и определенного уровня их развития у обучаемого не могут формироваться навыки и умения и в то же время без наличия у обучаемого определенных навыков и умений не могут воспитываться и развиваться его способности" /I64, с. I44/. Обобщая сказанное, следует отметить, что способности являются более глубокой, более личностной характеристикой обучаемого, чем навыки и умения, которые характеризуют его деятельность.

Итак, глубина знаний отражает уровень сформированности у обучаемого умения, которая характеризуется качественным исполнением действия. В рамках развиваемой теории поэтапного формирования умственных действий к числу независимых качеств действия П.Я.Гальперин и Н.Ф.Талызина относят форму, обобщенность, развернутость и освоенность /автоматизированность/ действия. Форма действия характеризует степень присвоения действия субъектом, т.е. меру его интериоризации. Авторы различают три основные формы действия: материальную, внешнеречевую и умственную. Поскольку, как подчеркивалось выше, умение выступает как результат освоения и обобщения любого действия, то целесообразно рассматривать именно эти две характеристики действия: обобщенность и освоенность.

Для формирования познавательных действий с заданной мерой обобщения важно знать психологический механизм обобщения, т.е. зависимость обобщения от структуры и функциональных частей действия. Исследования Н.Ф.Талызиной показали, что обобщение действия идет не просто на основе общего в предметах, это необходимое, но еще недостаточное условие. Обобщение всегда идет лишь по тем свойствам предметов, которые вошли в состав ориентировочной основы действий, направленных на анализ этих предметов /I52, с. 77/. Это означает, что управление обобщением познавательных действий и входящих в них знаний должно идти через построение самой деятельности обучаемых, т.е. путем контроля за содержанием ориентировочной основы соответствующих действий, а не путем лишь обеспечения общности свойств в предъявляемых объектах.

Главное содержание освоенности действия составляет его автоматизация: обучаемый постепенно все большее и большее число операций выполняет без их осознавания. Здесь автоматизация, по существу, связана с механизмом сокращения, когда операции, которые не выполняются, а только имеются в виду, уходят из плана актуально осознаваемого, но сохраняются на уровне неосознаваемого, что и проявляется в быстроте выполнения действия, в его легкости, сокращенности и освоенности.

Исследования П.Я.Гальперина и его учеников убедительно доказали, что от того, как организован процесс формирования умственных действий, зависит и длительность формирования навыков и умений в выполнении этих действий, и результаты этого формирования: прочность и гибкость навыков и умений, их обобщенность, осознанность и т.д. В этом плане особый интерес представляют вопросы, касающиеся требований к организации процесса формирования умственных действий, что в сущности обеспечивает высокую эф-

фективность обучения навыкам и умениям /I64, с. I45-I50/. Остановимся на основных требованиях к организации процесса формирования умственных действий:

Полнота ориентировочной основы умственных действий. Ориентировочная основа умственного действия может быть дана учащимся в разной форме: в виде образца действия, словесного объяснения с одновременным показом процесса выполнения действия, в виде пошагового алгоритма и т.д. Однако в любом случае важно, чтобы эта ориентировочная основа была полной, т.е. содержала бы все необходимые указания и ориентиры. Например, при формировании умения дифференцирования функции, заданной аналитическим выражением, формулой студентам можно дать ориентировочную основу в виде такого, например, пошагового алгоритма:

I-й шаг. Установите, какие действия и в каком порядке производятся над переменной в заданном выражении.

2-й шаг. Если действие одно, то непосредственно применяем соответствующую формулу дифференцирования и на этом процесс нахождения производной заканчивается.

3-й шаг. Если этих действий два и больше, то устанавливаем, какое из этих действий является последним. Если им является сложение, вычитание, умножение или деление, то применяем соответствующие правила дифференцирования, а если какое-либо другое /возведение в степень, извлечение корня и т.п./, то применяем правило дифференцирования сложной функции.

4-й шаг. В результате 3-го шага исходная задача сводится к нахождению производной одной или нескольких функций, к каждой из которых применимы последовательно шаги I - 3 и так до тех пор, пока дифференцирование будет полностью закончено.

Развернутость действия при его первоначальном показе и освоении. Когда умственное действие учащимся уже усвоено и они приобрели достаточный навык в его выполнении, процесс выполнения происходит свернуто, в нем уже отсутствуют многие звенья, его составляющие, отдельные операции выполняются в уме и не фиксируются.

Поэтапная обработка каждого навыка и умения. Как установлено исследованиями П.Я.Гальперина и Н.Ф.Талызиной, процесс формирования полноценного умственного действия содержит ряд обязательных этапов, предусматривающих важные вехи на пути становления полноценного действия. "Действие, прежде чем стать умственным, обобщенным, сокращенным и освоенным, проходит через переходные состояния. Основные из них и составляют этапы усвоения действия, каждый из которых характеризуется совокупностью изменений основных свойств /параметров/ действия" /152, с. 104/. Рассмотрим основные этапы формирования действия:

1. Этап ознакомления учащихся с ориентировочной основой формируемого действия. На этом этапе студенты знакомятся с ориентировочной основой действия, следят, как преподаватель выполняет это действие, наблюдают, как в соответствии с ориентирами и указаниями выполняются отдельные элементы данного действия.

2. Этап формирования действия в материальном виде. В ходе этого этапа студенты уже выполняют действие, но пока еще во внешней, материальной или материализованной форме с развернутым выполнением всех входящих в него операций, что дает им возможность усвоить содержание действия, а преподавателю - возможность осуществить контроль за выполнением каждой операции, входящей в это действие.

3. Этап формирования действия как внутреннего, умственного. "На этом этапе действие очень быстро приобретает автоматическое течение, становится недоступным самонаблюдению" /I52, с. III/.

Раскрытие сущности процесса формирования умственных действий позволяет дать качественное описание содержания столь сложного понятия, как "глубина знаний", которое строится нами на четком понимании механизма формирования уже обобщенного действия, т.е. умения и уяснения его психологической модели. Именно это обстоятельство и позволяет поставить вопрос о сформированности умения у обучаемого и построении средств оценки уровня его сформированности. Итак, считаем, что обучаемый с его знаниями выступает для нас как некий эмпирический объект /ЭО/. Как указывалось выше, любое свойство ЭО может выступать как объект измерения /ОИ/. В нашем случае в качестве ОИ выступает соответствующее качество знаний. Говоря о свойствах ОИ, не следует забывать, что эти свойства существуют только в связи с самим эмпирическим объектом, поэтому методологический аспект перехода на эмпирический уровень изучения ОИ требует, во-первых, построения модели содержания ОИ, и, во-вторых, разработки методов его измерения. С учетом сказанного, описание ОИ /глубины знаний/ начнем с конкретизации его структуры, т.е. представления его через набор понятийных признаков, определяющих существенные, качественные стороны ОИ в целом.

Имеющиеся результаты по изучению процесса формирования умения как обобщенного действия позволяют выделить по крайней мере три важные стороны. Например, при решении математических задач на дифференцирование функции обучаемый может осознавать, как выполняется действие, т.е. осознавать, какие операции и в какой последовательности следует произвести на этапе дифференцирования

функции, но не уметь операционально выполнять действие в конкретной ситуации. В этом случае можно считать, что у обучаемого сформирована лишь ориентировочная основа обобщенного действия - умения дифференцировать. С другой стороны, обучаемый может выполнить операциональную часть данной задачи, т.е. он осознает, как следует выполнить действие, но не осознает его в теоретическом плане, т.е. на уровне его ориентировочной основы. В этом случае малейшее изменение условий математической задачи может вызвать у обучаемого затруднения при его решении. Поэтому здесь мы сталкиваемся с другим уровнем сформированности обобщенного действия. И наконец, возможна третья ситуация. Как показывают исследования по формированию умения /II4/, обучаемый может владеть действием на первых двух уровнях, т.е. уметь конструировать и выполнять его в процессе деятельности, но не осознавать при этом сам процесс получения результата и способ его проверки. В этом случае наблюдается слабый уровень самоконтроля, определяющий способность проверять правильность выполнения действия в целом.

Все сказанное выше позволяет сделать вывод о том, что в своей структуре рассматриваемый нами ОИ включает три основные компоненты, составляющие его содержание: в качестве первого понятийного признака ОИ выступает уровень сформированности ориентировочной основы действия /ПП/$_1$; в качестве второго понятийного признака - уровень сформированности исполнительной части действия /ПП/$_2$; а в качестве третьего понятийного признака /ПП/$_3$ - уровень сформированности контролирующей части действия /см. рис. 3/.

Несомненно, что названные здесь признаки отражают лишь в общем виде структуру ОИ, так как каждый из них, в свою очередь, отражает более глубинные и сложные процессы мыслительной деятельности обучаемого. Так, анализ результатов психолого-педагогичес-

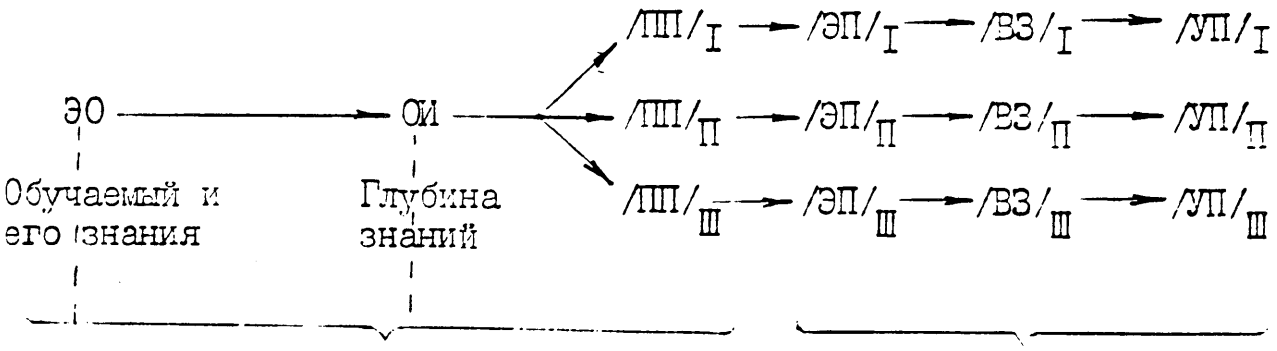


Рис. 3. Структура объекта измерения - "глубина знаний". ЭО - эмпирический объект: обучаемый и его знания; ОИ - объект измерения /глубина знаний/; $/ПП/_I$ - понятийный признак, учитывающий уровень сформированности ориентировочной основы умения как обобщенного действия; $/ПП/_2$ - понятийный признак, учитывающий уровень сформированности исполнительной части умения; $/ПП/_3$ - уровень сформированности контролирующей части действия; ЭП - система эмпирических признаков, соответствующих данному понятийному признаку $/ПП/_\ell$ описания ОИ, где $\ell = I,2,3$; /ВЗ/ - вид контрольного задания; УП - уровень проявления эмпирического признака

ких исследований /44, I52/ показывает, что ориентировочная основа действия отражает довольно сложный механизм мыслительной деятельности обучаемого. Например, в ходе решения задач обучаемый не только должен понимать сущность самой задачи, ее цели, но и уметь привлечь соответствующие теоретические знания, соотнести их с условиями данной задачи и осознать структуру действия, его состав и порядок выполнения требуемых операций. Таким образом, успешное выполнение ориентировочной основы действия требует осуществления приемов умственной деятельности, к которым относят анализ и синтез, сравнение, обобщение и абстрагирование. Именно на их основе

формируется состав ориентировочной основы действия, который позволяет обучаемому анализировать условия задачи и привлекать имеющиеся теоретические знания, соотносить их с условиями задачи и осознавать в общих чертах возможный путь решения задачи. Рассматривая приемы умственной деятельности обучаемого, следует особо отметить, что анализ и синтез всегда взаимосвязаны. Неразрывное единство между ними отчетливо выступает в познавательном процессе сравнения. В результате сравнения выделяется общее и различное в предметах, что ведет к обобщению, т.е. к выделению лишь самых общих, существенных признаков, необходимых для построения алгоритма решения задачи.

Раскрытие содержания ОИ лишь на теоретическом уровне представления через его свойства, признаки, еще не дает полного описания общей структуры объекта, так как теоретический уровень должен всегда дополняться эмпирическим уровнем его описания путем включения в структуру ОИ системы соответствующих эмпирических признаков /ЭП/, которые непосредственно поддаются учету и измерению, и операционально могут характеризовать планируемый результат деятельности обучаемого в рамках конкретного, рассматриваемого нами умения /см. рис. 3/. Например, решая математическую задачу на дифференцирование функции, обучаемый выделяет конкретное правило или формулу, требуемые для решения такой задачи. Для этого он должен воспроизвести в памяти известные ему правила и формулы дифференцирования, сравнить их и путем обобщения выделить требуемое /искомое/ правило. Иными словами, понимание в рамках предметного умения состава ориентировочной части действия позволяет более точно предопределить необходимый набор эмпирических признаков, характеризующих ОИ на уровне описания $/ПП/_I$. Для данного умения в качестве возможных эмпирических признаков, соответствующих I-му

понятийному признаку описания ОИ, можно назвать такие, как выделение обучаемым соответствующих правил и формул дифференцирования, свойств и видов функций, необходимых для успешного выполнения ориентировочной основы действия. В качестве других признаков можно отметить знание обучаемым состава соответствующих операций как способа осуществления действий, порядка их выполнения и т.д. Аналогично, в рамках изучения данного предметного умения подбирается последующая система эмпирических признаков, соответствующих /ПП/$_2$, в которую входят: безошибочное выполнение исполнительной части действия, выражающееся в отсутствии операциональных и логических ошибок, планирование обучаемым оптимальной последовательности выполнения операций, полнота фактически выполнимых операций и т.д. К числу эмпирических признаков, которые соответствуют /ПП/$_3$, следует отнести выбор обучаемым того или иного способа контроля действия и безошибочное его осуществление.

Именно такой путь описания ОИ позволяет выявить относительно однозначные связи между ОИ и его понятийными признаками, между последними и системой эмпирических признаков, что, в сущности, определяет уровневый характер описания ОИ. При этом по мере последующего изучения структуры и содержания ОИ в рамках различных предметных умений можно не только уточнить систему понятийных признаков /ПП/, но и расширить набор эмпирических признаков на основе учета их характера и значимости при описании объекта измерения /глубины знаний/.

2.3. Средства измерения глубины знаний студентов и методы обработки результатов тестирования

Изучение вопросов, относящихся к теории и практике измерений и оценки свойств учебной деятельности, освещенных в ряде психолого-педагогических работ /8, 58, 107, 135/, показало, что любая операционализация свойства УД, изучаемая нами на уровне его эмпирического описания /см. рис. 3/, предполагает не только описание эмпирических признаков ОИ, но и подбор для каждого из них необходимого вида задания /ВЗ/ и построение некоторой качественной шкалы значений уровня проявления /УП/ эмпирического признака /ЭП/. Если первая задача связана, по существу, с вопросами содержания обучения и контроля знаний обучаемого путем построения диагностических тестов достижения /12, 15, 104/, то вторая - с разработкой соответствующей качественной шкалы, направленной на вынесение объективизированного суждения в виде некоторого числа по уровню выполнения заданий теста обучаемым. Следует отметить, что формирование оценки уровня проявления ЭП во многом связано с видом заданий теста /ВЗ/, подбор которых представляет определенные трудности, обусловленные рядом причин. Во-первых, мы не располагаем всей необходимой информацией о том, какие и сколько ЭП следует рассматривать при построении качественной модели описания свойства УД, какие из них являются существенными при описании ОИ. Во-вторых, выбор вида заданий во многом определяется методом оценки ЭП, и, в-третьих, сами процессы формирования предметных умений у обучаемого, как отмечают психологи /20, с. 15/, могут сильно отличаться друг от друга при выполнении различных заданий теста, даже если сами задания внешне мало отличаются друг от друга. Иными словами, учет особенностей ЭП при описании ОИ требует

тщательного подбора заданий теста путем привлечения специальных методов их анализа и сравнения, что позволило бы упорядочить задания теста по степени их сложности и трудности.

Таким образом, особое внимание на этапе разработки методов описания глубины знаний уделяется вопросам как построения тестов, так и вопросам формирования ранговых шкал измерений ЭП. Из всего сказанного следует, что при подборе тестовых заданий для оценки ЭП необходимо учитывать два важных требования: I/ каждое задание теста должно соответствовать строго определенному ЭП; 2/ с учетом описания уровня проявления признака и формы тестового задания должны определяться и соответствующая процедура измерения ЭП, и необходимые способы обработки результатов первичных измерений ЭП.

Любой педагогический тест направлен на выявление уровня сформированности строго определенного качества знаний обучаемого, что определяет его конструктивные особенности по сравнению с другими средствами диагностики, к примеру, психологическими тестами /I2, I5/. Например, при внедрении педагогического теста в практику обучения педагог должен использовать на этапе проверки каждого выполненного задания УП соответствующую для этого задания шкалу числовых значений ЭП, согласно которой обучаемому выставляется в рамках этой шкалы /правила предписания/ определенная балльная оценка.

Опыт построения педагогических тестов в вузе показывает, что имеются определенные трудности, связанные как с определением структуры и насыщенности тестов /что обусловлено особенностями содержания обучения/, так и с оценкой их характеристик /надежности и валидности/. Говоря об этих трудностях, необходимо особо подчеркнуть, что, во-первых, для выявления соответствующих эмпи-

рических признаков нельзя задать малый набор заданий в тесте, во-вторых, вследствие того, что в вузе применение теста ограничено во времени, нужно ограничивать и совокупность используемых диагностических тестов. Задача построения педагогических тестов должна решаться с учетом специфики вуза, учебных курсов, читаемых студентам определенной специальности, временной раскладки читаемых курсов и прохождения соответствующих разделов учебной дисциплины, с учетом оцениваемых качеств знаний обучаемых, поставленных целей и задач обучения.

Рассматривая существующие подходы к построению педагогических тестов /8, 36, 65, 135/, следует отметить вклад каждого из них в разработку стандартизированной методики измерения и оценки глубины знаний. Опыт разработки педагогических тестов, направленных на выявление уровня сформированности у учащихся рассматриваемого качества знаний /глубины знаний/ в пределах данных учебных курсов, читаемых студентам, позволил выделить ряд этапов и процедур, подробное описание которых приводится ниже.

2.3.1. Этапы построения педагогического теста

Первый этап. Описание элементов знаний, составляющих структуру теста. Исходя из программы учебного курса, читаемого для учащихся определенной специальности, целей и задач обучения, строится полное описание элементов знаний, которые и составляют содержание эмпирических признаков. Действительно, с точки зрения проверки знаний обучаемых, элементы знаний являются определенным отражением

уровня сформированности соответствующих качеств знаний и их понятийных признаков. Иными словами, подбор эмпирических признаков с учетом выявленных элементов знаний по учебному курсу составляет одну из наиболее сложных практических задач при построении педагогического теста, так как принимаемое здесь решение во многом зависит как от трактовки общетеоретических основ учебного курса, так и от логики изучения содержания ОИ. Вместе с тем, практика показывает, что подбор ЭП во многом зависит и от того, насколько логично и полно структурирован учебный материал для исследовательских целей, т.е. насколько мы точно выявили характер внутрипредметных и межпредметных связей, существующих между различными понятиями учебных тем и разделов учебного курса, а также насколько полно учитывают их матрицы связи и графы описания содержания курса /74, 147, 155/. Следует также отметить, что подбираемые на основе матриц связи элементы знаний учебного курса должны быть наиболее значимыми с точки зрения содержания учебного материала, а с другой стороны, они должны сформировать ограниченный набор заданий диагностического теста. Итак, описание элементов знаний требует осуществления ряда процедур, к которым можно отнести: 1/ структурирование учебного материала и выделение темы, в рамках которой подлежит проводить педагогическое тестирование; 2/ учет межпредметных и внутрипредметных связей изучаемой темы с другими учебными темами курса.

1. Структурирование учебного материала и выделение темы, подлежащей педагогическому тестированию. Учебный материал является наиболее конкретной формой воплощения проектируемого содержания высшего образования /153/. На уровне учебного материала реализуется разработка содержания образования в составе того материала, который становится непосредственным средством учебной деятельнос-

ти студента, - в учебниках, учебных пособиях, сборниках задач, методических руководствах, которые обеспечивают усвоение соответствующих компонентов социального опыта, отраженных в содержании учебной дисциплины. Вместе с тем, учебный материал является в то же время одним из уровней формирования содержания обучения, представляющих собой определенную иерархию в проектировании такого содержания /I25, с. I49/.

Формирование содержания обучения на каждом этапе подготовки студентов в вузе выдвигает перед педагогом определенные требования по выявлению в каждом учебном курсе необходимой системы знаний, выступающих на различных этапах их обучения как в форме простейших описаний, фактов, правил, свойств, так и в форме целой совокупности научных понятий, составляющих основу любого учебного курса. Иными словами, формирование содержания обучения в вузе требует четкого выделения самой формы представления научных курсов и дисциплин. Так, с учетом той или иной специальности вуза научные понятия в учебном курсе могут даваться в одном случае только через определения, без вывода или путем нормативных сведений, т.е. на уровне логической формы образования. а в другом случае, могут формироваться поэтапно, в процессе обучения студентов путем использования определенной алгоритмической формы их предъявления. Как отмечает С.И.Шапиро /I70/, подобные представления научных понятий в любом учебном курсе позволяют обособить процедуру формирования самих понятий /алгоритмическая форма представления/ от ее результатов /логическая форма представления/, которые, как правило, должны фиксироваться в памяти учащихся. Вместе с тем, решение задачи формирования содержания обучения в вузе немыслимо без определения способов и методов структурирования учебного материала с учетом возможных подходов к трактовке

его содержания.

В настоящее время имеется целый ряд педагогических работ /35, 74, 147/, в которых обсуждаются вопросы применения и совершенствования методов структурирования учебного материала. Анализ этих работ позволил выделить, по крайней мере, два подхода к структурированию учебного материала: 1/ граф-метод; 2/ матричная методика. Использование указанных методов требует, с одной стороны, понимания сущности каждого из них, а с другой стороны, знания возможностей самих методов в решении вопросов структурирования учебного материала. В этом плане большой интерес представляет сравнительно-сопоставительный анализ методов структурирования учебного материала /35/, выявление грани их применения на практике.

Как отмечает ряд авторов /35, 147, 155/, учебный предмет /материал/ есть цельная логическая структура. Он разбивается на разделы, темы, параграфы, каждый из которых включает в себя несколько понятий. Понятия образуют логическую систему, в которой они внутренне связаны между собой. Разбивка учебного предмета, материала на части, разделы и темы должна опираться на логические принципы расчленения на части /35, с. 111/. Сложный вопрос логической структуры материала /предмета/ - вопрос о последовательности, порядке изложения учебного предмета: что за чем должно следовать. Порядок изложения учебного материала определяется логической связью, существующей между элементами знаний. Для исследования внутренних связей между элементами знаний, составляющими логическую структуру учебного материала, применяются различные инструменты исследования: матричная методика и методика графов. Как известно из математики, граф - это система отрезков, соединяющих заданные точки. Точки называются вершинами графа, отрезки - реб-

рами. Соединение двух вершин графа ребром символизирует наличие определенного отношения между элементами - вершинами, что позволяет использовать граф для структурирования учебного материала. Граф характеризуется прежде всего числом входящих в него логических элементов, т.е. числом вершин графа и числом связей, соединяющих логические элементы. Часто для целей структурирования используются графы без контуров, т.е. такие графы, в которых начальные и конечные вершины не совпадают. Такой граф представлен на рис. 4 и отображает с помощью направленных дуг систему связей между математическими понятиями по одной из тем курса высшей математики - "Производная функции".

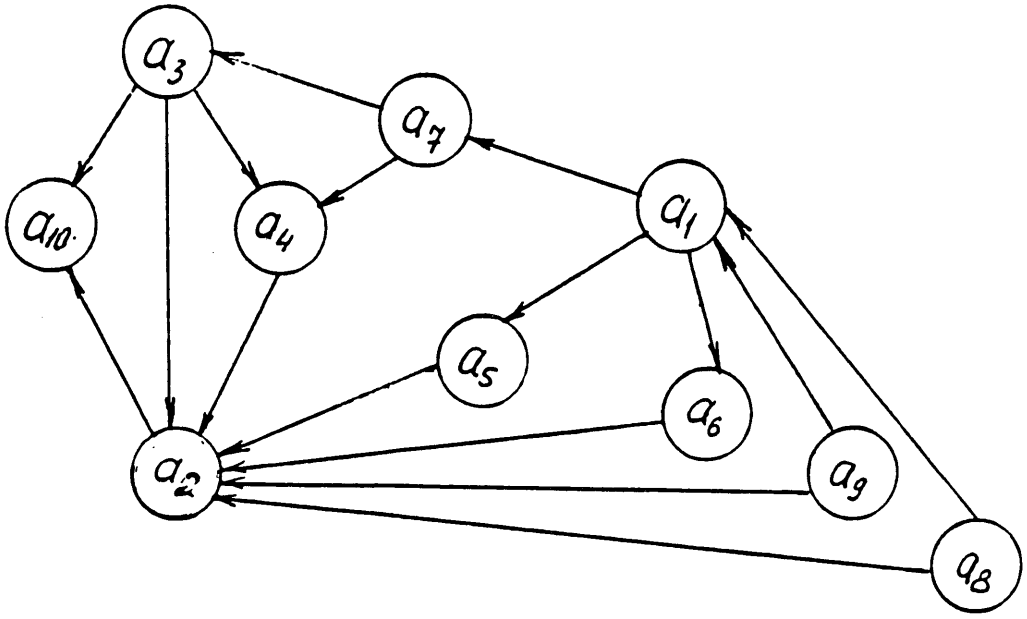


Рис. 4. Граф связи элементов знаний по теме "Производная функции"

Описание вершин в математических терминах и символах:
a_1 - понятие производной функции; a_2 - понятие функции; a_3 - предел функции в точке; a_4 - предел функции при стремлении аргумента к точке; a_5 - приращение функции; a_6 - приращение аргумента; a_7 - непрерывность функции; a_8 - правила дифференцирования функции; a_9 - таблица производных от элементарных функций; a_{10} - элементы аналитической геомерии.

Таким образом, построенный граф позволяет найти логическую связь элементов знаний, составляющих структуру такого понятия, как "производная функции" и проследить их соподчинение друг другу. Граф также может указывать на способ подачи данной учебной темы в опоре на близкие и дальние элементы знаний из курса высшей математики.

Не останавливаясь подробно на матричной методике, укажем, что ее суть - в построении матрицы связей между параметрами /понятиями и правилами/, характеризующими последовательность изложения учебного материала. В отличие от графа, матрица связи дает возможность наполнить формальные связи содержанием учебного материала, провести анализ тех или иных формул и понятий. Матрица показывает, как должна быть освещена та или иная тема учебного курса. Матричная методика более пригодна для структурирования небольшого объема учебного материала - раздела или отдельной темы, - содержания отдельного занятия. Безусловно, процесс составления любой структурной модели дает возможность лучше понять содержательную сторону процесса обучения и способствует более глубокому взаимосвязанному изложению и формированию понятий, используемых в учебных темах.

2. Учет характера межпредметных связей при подборе элементов знаний.

Каждый учебный предмет - это дидактически переработанная система научных знаний, которая включает как общенаучные и конкретные объекты и методы изучения, так и теории, связанные с объектами и методами. Выбор того или иного объекта зависит от многих причин, и в частности, от структуры соответствующей дисциплины. При использовании межпредметных связей, например, в математике, общим межпредметным объектом обычно выступает понятие. Общенауч-

ные понятия - это элементарные составляющие системы знаний, входящие в содержание различных учебных дисциплин и представленные там в своих частных проявлениях. Например, понятие "вектор" рассматривается в аналитической геометрии как направленный отрезок прямой, в физике оно может выступать как характеристика скорости, силы, напряженности электрического поля, индукции магнитного поля и т.д. Взаимосвязь дисциплин, изучающих это понятие /высшая математика, физика, теоретическая механика и т.п./ дает возможность глубоко и всесторонне показать студентам весь комплекс свойств этих объектов, "научить студента ... видеть в понятиях математики и в ее результатах абстракцию реальных отношений между вещами окружающего нас мира" /43, с. 53/.

Вместе с тем межпредметные связи основываются на внутрипредметной последовательности учебных дисциплин, в связи с чем реализация их в учебном процессе невозможна без учета времени их использования. По отношению к фиксированному учебному предмету межпредметные элементы могут находиться в следующих связях /29, с. 79/: сопутствующие, предшествующие, перспективные. При сопутствующих связях усвоение близких вопросов происходит почти одновременно при изучении смежных дисциплин. Второй тип /предшествующие связи/ предполагает систематизацию и углубление данного учебного материала. Например, в математике изучение производной второго порядка для функции скалярного аргумента приводит к разложению вектора на две составляющие, которые в физике для случая вектора ускорения носят название "тангенциальное и нормальное ускорение". Эти объекты межпредметной связи появляются в курсе математики только как иллюстрация второй производной. Очень часто предшествующие связи в курсе высшей математики используются в виде конкретных задач, иллюстрирующих возможность применения излага-

емого материала в последующих дисциплинах. И наконец, при третьем типе /последующих связях/ используемые в данном учебном курсе знания в какой-то мере изучались при прохождении смежной дисциплины, поэтому специфические признаки сопоставляются с уже известными. Характерная особенность последующих и предшествующих связей состоит в том, что один и тот же элемент межпредметной связи выступает для одних дисциплин как компонент предшествующей связи, для других - последующей, для третьих - той и другой.

Итак, при выделении элементов знаний, составляющих логическую структуру учебного материала, подлежащего педагогическому тестированию, необходимо также учесть характер внутрипредметных связей, а также сопутствующих, предшествующих и перспективных.

Второй этап. П о д б о р и с о с т а в л е н и е з а д а н и й п е д а г о г и ч е с к о г о т е с т а. На этом этапе педагог-исследователь, имея уже элементы знаний проверяемого учебного материала, приступает к составлению заданий, составляющих содержание эмпирических признаков педагогического теста. Выше было отмечено /см. 2.2/, что эмпирические признаки выделяются на основе операционализации качества знаний как объекта измерения. Иными словами, для подбора заданий педагогического теста следует установить соответствие элементов знаний эмпирическим признакам, непосредственно поддающихся учету и измерению и операционально характеризующих планируемый результат деятельности обучаемого в рамках конкретного, рассматриваемого нами умения. Следовательно, необходимо найти связь элементов знаний с действиями обучаемых по усвоению выделенных элементов в процессе целенаправленной учебной деятельности, направленной на осуществление целей обучения в рамках конкретной учебной дисциплины.

В процессе целенаправленной учебной деятельности, особеннос-

ти которой исследуются в ряде психолого-педагогических работ /52, 53, I75/, формируются такие качества знаний, как полнота, глубина, гибкость, оперативность и другие. Выше было указано, что глубина знаний как одно из качеств знаний связана с формированием у обучаемых определенных умений как обобщенных действий. Рассмотрение психолого-педагогических особенностей деятельности студентов по усвоению, например, математических знаний позволяет выделить систему общеучебных умений, которые получают дальнейшее развитие и совершенствование при изучении основ высшей математики вуза. Среди таких умений главным в курсе высшей математики, да и в других смежных учебных предметах /физике, теоретической механике/ является умение логически осмысливать учебный материал, выявляя в нем главное, существенное. При введении новых идей в преподавание высшей математики в вузе совершенно необходимо, чтобы эти идеи могли активно применяться студентами, использоваться ими при решении задач разной сложности, начиная с формальных упражнений и алгоритмических задач до задач, требующих для своего решения определенного уровня изобретательности /I34, I65/. Студента надо учить думать и работать так, чтобы он умел активно использовать понятия и идеи, с которыми он познакомился в процессе обучения, а этому можно эффективно научиться лишь с помощью самостоятельного решения задач. Следовательно, умение решать любые математические задачи /включая и проблемные познавательные задачи/ следует также отнести к основным общеучебным умениям курса высшей математики вуза.

Для формирования у студентов умения решать задачи необходимо знать общую структуру процесса решения задачи, включающую следующие моменты /I68/: I/ ознакомление с условием задачи и привлечение относящейся к ее решению информации; 2/ составление

плана решения задачи /выбор метода решения, определение состава и последовательности преобразований/; 3/ осуществление решения; 4/ проверка правильности решения задачи /получение выводов, оценка полученных результатов, поиск других решений/. С точки зрения поэтапного формирования умственных действий, деятельность учащихся по решению учебных задач - это психическая деятельность, направленная на осуществление требований задачи. При этом процесс решения отдельной задачи составляет самостоятельную единицу этой деятельности, т.е. конкретное умственное действие. Однако, всякое умственное действие, как известно, можно расчленить на три составляющие: ориентировочную, исполнительную и контролирующую части, причем ведущей из них является ориентировочная часть умственного действия, которая намечает план, способ решения задачи. Поэтому решить задачу означает овладеть ориентировочной основой деятельности по решению задачи.

Таким образом, на основе отобранных элементов знаний учебного курса подбираются сами задания теста в виде системы задач, составляющих в своей совокупности содержание диагностируемого умения. Как показывают результаты некоторых исследований /107/, число заданий педагогического теста на начальных этапах построения теста не должно превышать допустимых значений: 20-30. Выборка заданий теста должна осуществляться таким образом, чтобы подбираемые типовые задания отражали бы всю генеральную совокупность заданий, составляющих содержание диагностируемого умения и соответствующих ему эмпирических признаков. При этом педагогический тест должен строиться либо как гомогенный /когда он направлен на измерение только одного какого-то качества знаний, либо как гетерогенный, когда задания теста характеризуют различные качества ОИ, описываемые нами тем или иным понятийным признаком /ПП/.

Говоря о подборе эмпирических признаков с учетом выявленных элементов знаний по учебному материалу /разделу, теме/, следует учесть два важных обстоятельства: I/ если при составлении педагогического теста /КР/ учитывать большой набор ЭП, то техника построения теста и статистическая обработка результатов тестирования значительно усложняются; 2/ если учитывать лишь малый набор ЭП при построении КР, то это, как правило, приводит к значительному упрощению содержания КР уже на начальном этапе его конструирования. Практика тестирования показывает, что при подборе ЭП и соответствующих им заданий следует исходить не только из учета соответствующих элементов знаний учебного курса, но и из условий временных ограничений проведения процедуры тестирования в УВП и технических возможностей анализа матрицы результатов первичных измерений, так как с увеличением ее размерности теряется всякая обозримость вновь получаемых результатов на различных этапах обработки экспериментальных данных тестирования.

Третий этап. Формирование правил предписания по всем заданиям теста. По каждому подобранному заданию теста формируется определенное правило-предписание, выступающее как некоторая качественная шкала. Такое правило строится по каждому заданию теста на основании четких представлений о действиях обучаемых при выполнении тестового задания и сравнении их ответов с качественным описанием уровня проявления ЭП в форме некоторых эталонных ответов. В итоге сравнения выставляется определенная, например, положительная оценка +I при совпадении ответа тестируемого с эталонным, и отрицательная, например -I, в противном случае. Возможно и более простое правило предписания, построенное на выделении двух противоположно выраженных уровней проявления ЭП: "выполнил" - "не вы-

полнил", что соответствует значениям 0 или I.

Для построения таких правил-предписаний по всем заданиям теста проводится специальное обследование группы обучаемых /нормативной группы/, которая хорошо представляет определенный тип гипотетического среднего тестируемого учащегося курса или потока. В ходе такого методического обследования опытные педагоги-эксперты, анализируя результаты выполнения теста обучаемым, отбирают и упорядочивают ответы, типичные для каждого тестового задания, и на основе упорядочения составляют некий "континуум" возможных ответов, от самого лучшего до самого худшего, эталонного ответа. Первоначальная классификация ответов тестируемых дает возможность педагогам-экспертам с помощью специальных статистических методов обработки экспертной информации /59, I07/ выработать единое правило предписания для каждого задания педагогического теста, что позволяет объективно оценить уровень проявления эмпирического признака у тестируемой группы.

Итак, как видим, этот этап включает ряд процедур, подробное описание которых приводится в монографии В.И.Михеева /I07, с. 52-76/. Последние можно сгруппировать в 6 основных процедур: I/ формирование экспертной группы педагогов и подбор тестовых заданий с предварительным их анализом; 2/ формирование нормативной выборки учащихся; 3/ проведение первичных и производных измерений; 4/ корректировка функции ранга и матрицы парных сравнений и построение классов эквивалентности; 5/ формулировка правила-предписания; 6/ проверка правила-предписания на устойчивость и выработка конечных рекомендаций.

Четвертый этап. О б к а т к а п е д а г о г и ч е с к о г о т е с т а . Проведению педагогического теста должна предшествовать предварительная подготовка педагогов-экспериментаторов.

Как и в случае психологического тестирования педагог или группа педагогов обязаны следовать определенным правилам тестирования, подробно описанным в работе А.Анастази /I5, с. 39-44/. Во-первых, важно, предупредить возникновения возможных случайностей, точно помнить словесную инструкцию теста, подготовить тестовые материалы и провести предварительный инструктаж всех педагогов, присутствующих при проведении тестирования, с тем, чтобы каждый четко представлял возложенные на него функции. Во-вторых, необходимо заблаговременно выбрать удобное помещение, с хорошим освещением, изолированное от чрезмерного шума и предпринять меры по предотвращению прерывания тестирования. В-третьих, необходимо следовать процедурам стандартизации даже в самых незначительных подробностях, чтобы при интерпретации результатов теста можно было учесть условия тестирования. В-четвертых, желательно в ситуации тестирования, насколько это возможно, исключить элементы неожиданности, которые могут вызвать у испытуемых тревожность, отрицательно влияющую на весь ход тестирования и на его результаты. В-пятых, нужно предотвратить всеобщую доступность содержания теста и гарантировать его использование только квалифицированными педагогами-экспериментаторами.

Пятый этап. К а ч е с т в е н н ы й а н а л и з р е з у л ь т а т о в т е с т и р о в а н и я . Интерпретация матрицы первичных измерений $W = \| w_{ij} \|$, где $i = \overline{1,n}$ и $j = \overline{1,m}$; n - число обучаемых в нормативной группе; m - число заданий педагогического теста, или качественное рассмотрение полученных результатов в значительной мере затруднено из-за ряда причин. Прежде всего это дихотомический характер оценки, рассматриваемой как функция 4-х параметров: учащегося, групп учащихся, преподавателя и задачи, затем слабая наглядность двумерного чис-

лового массива элементов матрицы. Наконец, хотя мы знаем, что с ростом n и m, т.е. с увеличением объема статистической информации, ее достоверность возрастает, приходится признать, что при этом неумолимо снижается возможность содержательной педагогической интерпретации.

Вместе с тем, первоначальные результаты педагогических измерений, полученные на основе принятых правил предписания, позволяют качественно оценить ход выполнения обучаемыми требований педагогического теста /КР/. Так, если данное j-ое задание теста $/j = \overline{1,m}$ / неправильно выполнено всеми обучаемыми /или все обучаемые имеют по нему низкую балльную оценку ω_{ij}, то мы обязаны выяснить причины, которые привели к такому результату, что требует качественного анализа данного задания с точки зрения его связи с другими тестовыми заданиями, особенности осуществления операций, составляющих основу его решения и т.д. Более того, знание алгоритма решения упомянутого задания теста, проникновение в сущность ориентировочной деятельности по его решению и учет психической деятельности обучаемых в процессе выполнения ими задания теста открывают перед нами возможность качественной оценки действий обучаемых, выявления типичных, логических и операциональных ошибок, допущенных ими в ходе выполнения требований теста. Типология ошибок учащихся включает несколько видов, к которым можно отнести операциональные и арифметические ошибки, допущенные по невниманию, логические ошибки, обусловленные нарушением логики рассуждений /например, незнание тестируемым проверяемого материала или его неумение применить те или иные формулы, правила для решения тестовых заданий/. Каждому виду ошибок учащихся ставится в соответствие числовое выражение. Например, за логическую ошибку испытуемому ставится 0, за операциональную ошибку - I,

в случае отсутствия ошибки обучаемый получает 2, т.е. оценка действий обучаемых производится по трехбалльной шкале оценок. Оценка ставится в результате сравнения ответа испытуемого с эталонным, правильным ответом, расписанным в соответствии с принятым алгоритмом решения тестового задания.

На этом этапе также определяются такие статистические меры, как процентиль /число обучаемых, правильно решивших данное задание теста к общему числу учащихся, участвовавших в тесте/, медиана /50-й процентиль в группе данных, упорядоченных в порядке возрастания/, мода /наиболее встречающееся значение в группе данных/, ведется построение графических представлений, с помощью которых можно наглядно демонстрировать ход качественного выполнения испытуемыми заданий теста, а также оценить характер ошибок, допущенных обучаемыми в процессе решения тестовых заданий. По результатам вычисления таких мер центральной тенденции, а также показателя дифференцирующей силы задания, позволяющего оценить, насколько данное задание теста оценивает большие или меньшие успехи учащихся, удается не только качественно оценить трудность самих заданий теста, уровень подготовки обучаемых по проверяемому учебному материалу и уровень сформированности у обучаемых тех или иных предметных умений и др., но и выработать соответствующие методические рекомендации по изучению проверяемого учебного материала.

Качественная обработка результатов тестирования дает также возможность решить и другие задачи прикладного характера, касающиеся совершенствования средств контроля знаний обучаемых и более активного внедрения тестов в учебный процесс вуза, о чем будет подробно сказано в следующей главе. Важно отметить, что весь процесс качественной обработки результатов тестирования может

проводиться педагогом практически б е з привлечения ЭВМ и других вычислительных средств, требующих специальной подготовки. Это вновь демонстрирует преимущество описанной нами выше методики оценки качеств знаний обучаемых.

Итак, построение педагогического теста как стандартизированного средства измерения и контроля уровня сформированности глубины знаний включает пять основных этапов: I/ описание элементов знаний, составляющих структуру теста; 2/ подбор и составление заданий теста; 3/ формирование правил предписания по всем заданиям теста; 4/ обкатка педагогического теста; 5/ качественный анализ результатов тестирования с применением различных статистических мер центральной тенденции. Вместе с тем, перечисленные этапы, по существу, определяются методологией качественного описания объекта измерения. Что же касается всех последующих этапов построения теста, то они связаны с количественными методами обработки результатов первичных измерений, представленных в виде матрицы "объект - признак", и построением обобщенных показателей успешности обучения в рамках предъявляемых заданий теста.

2.3.2. С т а т и с т и ч е с к и е м е т о д ы о б р а б о т к и р е з у л ь т а т о в т е с т и р о в а н и я

В зависимости от заданий педагогического теста любая обработка результатов первичных измерений ЭП ставит педагога-исследователя перед сложным выбором адекватных используемой порядковой шкале статистических методов обработки экспериментальных

данных. Так как в качестве исходных данных количественной обработки выступают балльные оценки, то выбор адекватных методов обработки результатов первичных измерений крайне ограничен, потому что в такой ситуации нельзя использовать многие методы математической статистики, рассчитанные на обработку лишь количественной информации. Вместе с тем, использование многомерных статистических моделей, и в первую очередь моделей факторного и компонентного анализа, позволяет полнее решать различные теоретические и прикладные психолого-педагогические задачи, направленные на изучение содержания ОИ, формирование новых обобщенных показателей по всей совокупности рассматриваемых ЭП в виде факторов и построение на их основе соответствующих оценочных шкал. Однако на этом пути педагогу-исследователю приходится сталкиваться с немалыми трудностями, связанными скорее с особенностями методов многомерного анализа и учетом тех ограничений, в рамках которых становится возможным их корректное применение /I63/.

А. В основе факторного анализа как одного из методов многомерного статистического анализа, которому посвящено немало исследований /I24, I66, I87/, лежит гипотеза, что непосредственно наблюдаемые переменные /к примеру, признаки или объекты матрицы результатов первичных измерений/ лишь косвенно отражают существо изучаемого явления. Согласно Терстоуну /I87/, модель ФА предполагает существование общих факторов, объясняющих вариации признаков ОИ. При этом считается, что все наблюдаемые ЭП есть лишь линейные функции от факторов, которых значительно больше, чем число наблюдаемых ЭП.

Поиск общих факторов и факторных нагрузок, характеризующих изучаемое явление, и представление переменных в виде линейной

комбинации факторов и есть основная задача ФА, решение которой основано на принятии линейно-математической модели вида

$$z_i = \sum_{r=1}^{K} a_{ir} f_r + e_i \qquad (i = \overline{1,n}) \qquad /2.1/$$

где z_i - наблюдаемая i-ая переменная, которая линейно зависит как от K общих факторов f_r $(K < m)$, учитывающих корреляции между $z_1, z_2, \ldots, z_n$, так и специфических факторов, определяемых погрешностью измерения и оценки самой переменной; a_{ir} - факторная нагрузка /или коэффициент корреляции между фактором f_r и переменной z_i /; e_i - значение ошибки, обусловленное действием специфических факторов на переменную z_i. В качестве исходных данных для использования метода факторного анализа выступают матрица "объект-признак" и матрица выборочных коэффициентов корреляции, техника вычисления которых подробно обсуждается в монографии В.И.Михеева /I07/.

Следует отметить, что разработка такой методики анализа результатов первичных измерений качественных признаков есть комплексная задача, направленная на решение целого ряда задач, к которым следует отнести:

I. Формирование корреляционных матриц А /по признакам/ и В /по объектам/ с помощью применения непараметрических показателей корреляционных связей, выбор которых зависит как от типа шкалы для измерения переменных, так и от желаемой точности и простоты вычислений.

В педагогических исследованиях при анализе матрицы приходится оперировать лишь качественными признаками, поэтому при измерении связи между ЭП широко применяются непараметрические показатели корреляционной связи, которые в отличие от параметрических измеряют степень сопряженности между ЭП независимо от их

закона распределения и формы связи экспериментальных данных, представленных в матрице W.

2. Определение на основе корреляционных матриц А и В соответствующих им факторных структур F и Н. Получение факторных структур связано с тем, что на этапе проведения матриц А и В соответственно к диагональному виду приходится сталкиваться с тем фактом, что некоторые собственные значения матриц А и В отрицательны. Это ведет к тому, что на этапе поиска ограниченного числа общих факторов используется далеко не полная исходная педагогическая информация /например, описанию подлежат лишь те факторы в полной факторной структуре, для которых собственные значения больше нуля/. Не останавливаясь подробно на причинах, определяющих появление отрицательных собственных значений у матриц А и В, отметим лишь, что все они кроются в природе самой статистической оценки выборочного коэффициента парной корреляции, определяющего связь между двумя переменными в рассматриваемой совокупности /I07, с. I05/. Наличие такого рода ограничений, связанных с особенностями матриц А и В ведет, как правило, к опредеденной потере некоторой педагогической информации, касающейся содержания объекта измерения /ОИ/.

3. Формирование матрицы интегральных оценок $C = \|C_{ij}\|$ при $i = \overline{1,n}$; $j = \overline{1,m}$. Решение данной задачи провоцится в несколько этапов, содержание которых подробно изложено в вышеупомянутой работе /I07, с. I06-I08/. Следует иметь в виду, что любая интегральная оценка матрицы С теоретически может определяться двумя факторами: уровнем формирования ориентировочной основы умения как обобщенного действия и уровнем первичной подготовки тестируемого.

4. Конструирование обобщенного показателя успешности форми-

рования предметного умения и построение единой стандартной шкалы успешности выполнения заданий теста. Отображение закономерностей варьирования значений C_{ij} в матрице интегральных оценок в виде кривой нормального распределения позволяет педагогу-исследователю вычислить такие важные статистические характеристики, как выборочную среднюю $X_j = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} C_{ij}$ и выборочную дисперсию $S_j^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{(C_{ij} - X_j)^2}{n-1}$, где n - объем нормативной выборки объектов /обучаемых/, которые характеризуют совокупность оценок $C_{1j}, C_{2j}, \ldots, C_{nj}$ с позиции их центрального значения и вариации относительно среднего значения выборки. Знание X_j и S_j^2 позволяет, в свою очередь, перейти к построению важного для решения многих педагогических задач измерительного инструмента - числовой шкалы успешности обучения студента, которая по своим свойствам выступает уже как интервальная шкала, инвариантная относительно сдвига.

Особое внимание в данной методике уделяется содержательной интерпретации основных, наиболее значимых факторов, позволяющих расширить наши представления об объекте измерения. Более того, анализ факторных нагрузок, определяющих связь признаков задач педагогического теста с каждым из основных факторов, позволяет полнее раскрыть содержание исследуемого качества знаний - глубины знаний, и внести определенные уточнения в его структурные компоненты, имеющие уровневый характер описания.

Б. Наряду с факторным анализом в предлагаемой методике используется и <u>компонентный анализ</u> как один из методов многомерного статистического анализа. В отличие от задач ФА, компонентный анализ позволяет рассматривать несколько иную задачу, суть которой заключается в описании и оценке общего фактора $f_z (z = 1, K)$,

выступающего как одна из главных компонент факторной матрицы F в терминах наблюдаемых переменных $Z_i (i=1,n)$. Решение такой задачи ведется на основе модели компонентного анализа

$$Z_i = a_{i1} f_1 + a_{i2} f_2 + \ldots + a_{ik} f_k \quad (i=1,n) \qquad /2.2/$$

и анализа матриц R выборочных коэффициентов корреляции, что позволяет сформировать соответствующие процедуры построения оценки $f_z (z=1,k)$ факторов и их измерения.

Следует отметить, что при использовании соответствующих процедур построения оценки $f_z (z=1,k)$ необходимо соблюдение всех основных положений и требований, касающихся возможностей приложения методов ФА /III, с. 232/. Добавим к этому, что в компонентном анализе особое место отводится содержательной интерпретации только первых двух факторов /или главных компонент/ в факторной структуре H, так как именно они, как показывают исследования /I07/, характеризуют основной вклад в общий показатель успешности формирования умения.

Опираясь на основные положения компонентного анализа /I66, с. 368/, можно определить суммарную факторную оценку, взятую по главному фактору, провести анализ различных связей суммарной факторной оценки обучаемого со многими его психолого-педагогическими характеристиками, что позволяет не только содержательно интерпретировать выделенный главный фактор, но, главное, дает возможность более определенно говорить уже о валидности теста, направленного на изучение уровня сформированности глубины знаний у обучаемого. Далее, вычисление суммарной факторной оценки для каждого обучаемого позволяет расположить всех тестируемых по некоторой метрической шкале, с помощью которой, в отличие от качественной, порядковой шкалы, можно выявить различные

типы отношений между объектами /обучаемыми/, включая и сравнение объектов, и равенство, и порядок. Иными словами, с помощью этой шкалы можно определить не только как, но и насколько различаются выражения изучаемого свойства у тестируемых, т.е. насколько один обучаемый "лучше" или "хуже" другого по уровню сформированности данного умения. Такая метрическая шкала может дать, в случае корректной интерпретации главного фактора, вполне достоверное представление об уровне сформированности у обучаемого исследуемого качества знаний /ОИ/.

2.3.3. Улучшение и совершенствование содержания теста

Данный этап предполагает выполнение некоторых процедур, к которым можно отнести: I/ определение валидности и надежности теста; 2/ определение степени трудности и однородности заданий теста. На основе найденных значений надежности и валидности теста, характеризующих трудность и однородность тестовых заданий, устраняются различного рода дефекты теста и улучшается его содержание.

I. Определение надежности и валидности педагогического теста. Для оценки характеристик теста используются, как отмечалось ранее, два основных критерия: надежность и валидность.

Надежность теста связана с точностью измерения знаний обучаемого с помощью теста, т.к. оценка теста на надежность позволяет ответить на вопрос о том, измеряет ли построенный тест то, для чего он предназначен. Надежность характеризует "согласованность результатов теста, получаемых при повторном его применении

к тем же испытуемым в различные моменты времени с использованием разных наборов эквивалентных заданий или при изменении других условий обследования" /I5, с. 97/. На понятии надежности основывается вычисление ошибки измерения, которая служит для указания вероятных пределов колебаний измеряемой величины, возникающих под воздействием посторонних, случайных факторов. Измерение надежности теста позволяет оценить величину общей дисперсии тестовых показателей, являющейся дисперсией ошибки.

В практике педагогического тестирования различают несколько типов надежности: повторное тестирование, метод эквивалентных тестов, метод расчлененного теста. Повторное тестирование, после которого вычисляется корреляция между оценками, полученными одними и теми же испытуемыми при повторном проведении теста /причем тестирование одним и тем же тестом происходит в идентичных условиях/ - один из путей повышения надежности. Ошибочная вариация при этом свидетельствует о случайных флуктуациях результатов одной и той же деятельности. Недостаток этого типа надежности - зависимость результатов от тренировки, имеющей место в ходе самого тестирования. На величину коэффициента надежности влияет и природа теста, так как иногда, усвоив структуру теста, испытуемый при повторении легко справляется с предлагаемыми задачами.

Следующий тип надежности - тестирование варьирующими тестами - представляет собой альтернативную форму надежности. В таком случае одни и те же обучаемые выполняют несколько вариантов одного и того же теста. Как правило, "практическое использование данного типа надежности связано,- как отмечает К.М.Гуревич, - со значительными затруднениями, поскольку крайне сложно построить несколько вариантов одного теста таким образом, чтобы испытуемый

не мог обнаружить их однородность" /5I, с. 28/. Надежность теста при однократном тестировании можно определить также с помощью его деления на две половины. Это одна из наиболее простых проверок теста, когда вычисляется коэффициент корреляции между его половинами. Чаще всего задачи теста делят на четные-нечетные, что позволяет в какой-то мере устранить возможные недостатки. Главное достоинство этого типа надежности состоит в независимости тестирования от таких элементов деятельности обучаемых, как тренировка, практика, утомление и др.

Основным орудием для оценки надежности служит коэффициент корреляции, выражающий степень соответствия или связи между независимо полученными двумя сериями показателя теста. Например, если испытуемый, получивший высший результат по переменной I, получает высший результат по переменной 2, а испытуемый, получивший второй лучший результат по переменной I получает такой же результат по переменной 2 и т.д. до самого низшего результата, то имеет место полная корреляция между переменными I и 2. Коэффициент корреляции в данном случае равен +I. Аналогично, полная отрицательная корреляция равна -I, в этом случае результаты по одной переменной обратны результатам другой. Нулевая корреляция указывает на полное отсутствие связи, что происходит тогда, когда, зная результат индивида по одной переменной, невозможно предсказать его относительное положение по другой переменной. Реальные значения коэффициента корреляции, полученные на практике, обычно больше 0, но меньше I. Отрицательные значения коэффициента корреляции обычно объясняются спецификой самих показателей.

Валидность педагогического теста - "это степень, в которой тест действительно измеряет то, для чего он предназначен" /I5, с. 36/. Для определения валидности теста выясняют связь между

уровнем выполнения тестовых заданий и независимым внешним критерием той характеристики деятельности обучаемых, относительно которой ведется исследование. Известны стандартные процедуры, позволяющие классифицировать и выделить три категории валидности: по содержанию, по связи с критериями, по конструкции теста.

Содержательная валидность, которая определяется путем систематического контроля содержания теста, должна показывать, насколько полно разработанный тест охватывает представительную выборку по совокупности измеряемых параметров. Валидность по связи с критерием определяется коэффициентом корреляции между обобщенными показателями успешности обучения /107, с. 119/, полученными по результатам выполненных обучаемыми заданий педагогического теста, и успешностью учебной деятельности тех же обучаемых нормативной группы, оцениваемой уже с помощью опроса опытных педагогов-экспертов. С учетом такой меры делаются определенные выводы относительно валидности теста: чем выше коэффициент корреляции, тем более высокой считается валидность КР /11, с. 135/. Валидность по связи с критерием определяется с целью оценки прогностической возможности теста. Что касается конструктивной валидности, то она дает информацию о степени измерения тестом теоретически /конструктивно/ выделяемой черты личности, и поэтому она находит редкое применение в педагогических исследованиях.

К факторам, влияющим на величину коэффициента валидности, относят характер группы тестируемых, гомогенность /однородность/ выборки обучаемых, предварительный отбор заданий теста, различного рода изменения по времени. Учет перечисленных факторов сильно отклоняет измеряемую зависимость /между заданиями теста и внешним критерием/ от прямолинейной формы связи, которую можно оценить с помощью коэффициента корреляции Пирсона /41, с. 146/.

Как следствие этого величина коэффициента валидности теста оказывается невысокой.

Использование соответствующих методик оценки теста на надежность и валидность /181, с. 135/ позволяет ответить на поставленные выше вопросы, связанные с направленностью и содержанием теста в целом. Если по своим характеристикам тест отвечает выдвинутым требованиям, то можно переходить к следующему этапу формирования педагогического теста - его отладке. В противном случае следует вновь пересмотреть содержание теста, его структуру, объем задач, их направленность и текстовое оформление.

2. Анализ степени трудности и однородности заданий теста. Приняв значение признака $X_1, X_2, \ldots, X_m$ /см. 2.3.2/ за значение случайной величины, распределенной нормально /106, с. 74/, появляется возможность по виду кривой распределения сделать вывод о мере трудности заданий теста в целом.

Так, с помощью таких показателей эмпирического распределения, как ассиметрия

$$A_S = \frac{\sum_{i=1}^{K} (X_i^* - X_j)^3 P_i}{n S_j^3}$$

где $n = \sum_{i=1}^{K} P_i$, X_i^* - срединные значения классов объектов, P_i - частоты, распределяемые по классам вариант X_j, K - число классов, и эксцесс

$$E_X = \frac{\sum_{i=1}^{K} (X_i^* - X_i)^4 P_i}{n S_j^4} - 3$$

можно приближенно оценить вид распределения случайной величины.

По показателю ассиметрии A_S можно не только судить об отклонении эмпирического распределения от нормального, но и проводить качественный анализ заданий теста. Так, в случае положительной ассиметрии можно говорить о трудности предлагаемых тесто-

вых заданий для данной группы тестируемых, если $A_S < 0$ - о легкости заданий теста, т.е. по величине А можно судить о соответствии целевых установок, заложенных в содержании заданий теста, реальному уровню сформированности у обучаемых требуемого качества знаний.

Что касается показателя E_x, то его значение позволяет судить о степени однородности заданий теста с учетом их трудности. В случае $E_x > 0$, задания теста однородны с точки зрения их веса, в противном случае - степень однородности предлагаемых заданий проявляется слабее.

Анализ методов построения стандартизированных средств оценки и контроля качеств знаний позволяет сделать следующие выводы:

I. Суть деятельностного подхода к изучению качеств знаний учащихся состоит в том, что соответствующие свойства учебной деятельности, т.е. качества знаний, объективно присущие знаниям, достигаются обучаемыми в результате их учебной деятельности, совершенствуются как в ходе ее протекания, так и после достижения цели УД.

2. Качество знаний - это объективная характеристика знаний как результат учебной деятельности обучаемого, выявляющая степень усвоения учащимся системы научных знаний, а также возможность их дальнейшего применения.

3. Качественное описание содержания глубины знаний строится нами на четком понимании механизма формирования умения, его психологической модели. Глубина знаний - это определенная педагогическая характеристика сформированности у обучаемого соответствующего умения как обобщенного действия. В своей структуре глубина знаний как объект измерения включает три компоненты, составляющие его содержание: в качестве первого понятийного признака выступает

уровень сформированности ориентировочной основы действия; в качестве второго понятийного признака - уровень сформированности исполнительной части действия; в качестве третьего понятийного признака - уровень сформированности контролирующей части действия.

4. Основным средством измерения и оценки глубины знания учащихся является педагогический тест, представляющий собой стандартизированный набор заданий, выявляющих уровень сформированности соответствующих умений. Методика построения такого педагогического теста включает следующие этапы:

Этап I. Описание элементов знаний, составляющих структуру педагогического теста;

Этап 2. Подбор тестовых заданий, составляющих содержание теста;

Этап 3. Построение правил предписания по всем заданиям теста;

Этап 4. Обкатку педагогического теста;

Этап 5. Качественный анализ результатов тестирования;

Этап 6. Обработку результатов первичных измерений;

Этап 7. Улучшение и совершенствование педагогического теста.

Глава Ш. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПОСТРОЕНИЯ И ОТЛАДКИ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ТЕСТА /на материале курса высшей математики/

3.I. Построение и организация педагогического теста

Цели и задачи педагогического эксперимента. Одной из основных общетеоретических проблем теории и практики педагогики высшей школы является проблема организации и планирования педагогического эксперимента.

Согласно общим представлениям о научном эксперименте /I37/, педагогический эксперимент выступает как один из методов эмпирического исследования, который имеет свои особенности, свою структуру и несет свою функциональную нагрузку в педагогическом исследовании. В исследованиях по теории педагогики высшей школы /I7/ педагогический эксперимент чаще называется дидактическим, что определенным образом подчеркивает его целевую направленность. Так, под педагогическим экспериментом современная педагогика высшей школы понимает метод исследования, который используется с целью выяснения эффективности применения отдельных методов и средств обучения и воспитания /I7/. Педагогический эксперимент выступает и в качестве способа приобретения знаний, в котором имеет место "преднамеренное воздействие исследователя на изучаемое явление с целью установления предполагаемых закономерных связей и зависимостей" /I04, с. II8/. Несомненно, что изучение с методологических позиций характерных сторон педагогического эксперимента как метода научного познания /цели эксперимента, его структура, особенности и т.д./ может привнести в содержание самого понятия новые элементы, обобщение которых позволит внести

определенную ясность в оценку связи и отношения дидактического эксперимента со многими формальными процедурами, которые могут использоваться на различных его этапах организации, планирования и проведения.

В изучении новых педагогических фактов педагогическому эксперименту отводится важное место, так он по своей направленности /цели/ призван решать по крайней мере две основные задачи: I/ осуществлять проверку гипотезы об эффективности соответствующей методики построения и отладки педагогического теста; 2/ получение опытных данных, характеризующих определенный вид деятельности обучаемого в рамках изучаемого качества знаний. Иными словами, эксперимент в нашем педагогическом исследовании позволяет целенаправленно изучать педагогическое явление, выявляя характеризующий его причинно-следственный механизм. Вместе с тем практика показывает, что определение и точная формулировка цели и задач педагогического эксперимента, описание соответствующих ЭП и свойств ЭО во многом зависят и от уровня организации педагогического эксперимента, тщательного продумывания плана эксперимента и его основных этапов. В отличие от других эмпирических методов исследования, главная особенность плана дидактического эксперимента заключается в возможности элиминировать влияние случайных факторов при изучении ЭО с учетом поставленной цели эксперимента /I07, с. I5I/. Последнее позволяет точнее выявить "эффект воздействия" проверяемого метода обучения на формирование качества знаний обучаемого. Говоря об особенностях проводимого нами педагогического эксперимента, следует отметить, что в свете общей проблемы планирования и организации дидактического эксперимента /I7, II5/, наибольший интерес представляет эксперимент, в котором важное место отводится изучению различных факторов и их влиянию

на целевой показатель - уровень формирования качества знаний.

Как отмечает С.И.Архангельский, любой педагогический эксперимент выдвигает важное требование: каковы бы ни были цели эксперимента, знания, навыки и умения студентов при его проведении не должны снижаться /I7/. Эта особенность чрезвычайно важна, но она ни в коей мере не затрагивает математические стороны планирования и организации эксперимента. Те особенности дидактического эксперимента, которые определяют методы планирования, в том числе и математические, принято связывать с понятием валидности /обоснованности и значимости/ эксперимента, и педагог, планируя такой эксперимент, должен решать по крайней мере две основные задачи. Во-первых, педагогический эксперимент может тем или иным образом оказывать воздействие на действия обучаемого /например при определении качества знаний/. Поэтому первая задача, которую должен решать педагог-экспериментатор, заключается в том, чтобы определить, чем вызвано изменение состояния обучаемого: действием эксперимента или случайными факторами, вовсе не связанными с педагогическим экспериментом. Более того, педагогический эксперимент должен быть интерпретируем, если изменение состояния обучаемого с позиции определенной психолого-педагогической характеристики можно объяснить лишь действием эксперимента. Во-вторых, так как педагогический эксперимент протекает при вполне конкретных условиях /определены ЭО, методы и способы экспериментального воздействия, разработан инструментарий измерения/, то важно определить границы обобщения результатов эксперимента и границы его воспроизводимости. Иначе говоря, педагогу-исследователю важно знать, в какой мере можно переносить результаты эксперимента на естественный учебный процесс, что определяет внешнюю валидность эксперимента. Именно с точки зрения валидности мы и должны рас-

сматривать особенности нашего педагогического эксперимента.

При таком подходе всю совокупность вопросов, связанных с изучением особенностей педагогического эксперимента, следует рассматривать как проблему пространства, времени и взаимодействия /184/. Не останавливаясь подробно на этой проблеме /она достаточно ясно изложена в работе 107, с. 152/, укажем лишь, что первый аспект проблемы - проблема пространства - затрагивает, по существу, вопросы контроля, управления и измерения большого набора факторов, которые приходится учитывать при изучении ЭО. Проблема времени связана с необходимостью проведения педагогического эксперимента довольно длительный период времени. И, наконец, третий аспект - проблема взаимодействия, касается оценки действий экспериментатора и их влияния на результаты эксперимента.

Именно с указанных позиций мы и приступим к экспериментальному исследованию методики построения и отладки педагогического теста, направленного на выявление уровня сформированности у студентов вуза предметного умения из курса высшей математики.

О п р е д е л е н и е с о д е р ж а н и я и с т р у к т у р ы т е с т а . Рассмотрению эмпирических признаков, составляющих основное содержание диагностического теста, должен предшествовать психолого-педагогический анализ содержания и структуры курса высшей математики, читаемого тестируемому контингенту /студентам/ вуза.

Цели и задачи курса высшей математики определяются общими целями и задачами вуза. Преподавание курса высшей математики как одной из основополагающих дисциплин на сельскохозяйственном факультете Университета дружбы народов преследуют несколько целей обучения. Во-первых, сообщение студентам современного математического языка, символики и математического аппарата; во-вторых,

изложение основных теоретических положений, правил и алгоритмов для решения многих задач по приложению функций, производной, интеграла, а также методов анализа и доказательств; в-третьих, расширение представлений о методах моделирования явлений и процессов; в-четвертых, развитие у студентов сельскохозяйственного факультета логического и пространственного мышления, что позволяет развивать у них внимание, память и интересы.

Основными задачами изучения курса высшей математики студентами сельскохозяйственного факультета являются: I/ овладение умениями решать задачи; 2/ овладение специальными умениями, такими как умение вычислять значение функции в точке, умение дифференцировать, интегрировать, строить графики и т.д.; 3/ овладение математическими методами, правилами и алгоритмами на уровне навыка, которые находят свое приложение в различных учебных дисциплинах сельскохозяйственного факультета. Содержание курса высшей математики, читаемого студентам сельскохозяйственного факультета УДН, включает следующие разделы и темы /см. таблицу I3 приложения I/: простейшие задачи аналитической геометрии; введение в анализ; дифференциальное и интегральное исчисление. Заметим, что все названные темы так или иначе связаны с основным умением - умением решать математические задачи.

Целью педагогического теста, разработанного нами, была диагностика глубины знаний у студентов I-го курса сельскохозяйственного факультета УДН на материале конкретного и очень важного в курсе высшей математики предметного умения - умения дифференцировать с использованием таблицы производных и правил дифференцирования /таблица I5 приложения I/. Структурными элементами теста были задачи на нахождение производной от элементарных функций, которые, как показывает педагогический опыт, могут практически

решать большинство студентов. Это общеизвестные задачи, которые содержатся во всех сборниках задач по курсу высшей математики и в достаточном количестве отрабатываются на практических занятиях по рассматриваемой дисциплине. Так, для студентов сельскохозяйственного факультета число таких задач насчитывается порядка 100, а во многих сборниках задач по высшей математике, рассчитанных на студентов агрономических специальностей /см. например, 141, с. 228-232/ их значительно больше. Поэтому при выборе тестовых задач по интересующему нас умению мы руководствовались тремя положениями: во-первых, выборочные задачи должны отражать генеральную совокупность задач на выделенное выше умение; во-вторых, необходимо строго ограничить количество задач с учетом как временных рамок учебного занятия, так и категории тестируемых, уровня их математической подготовки, отношения к математике, определяемого их собственным представлением о характере предстоящей профессиональной деятельности; в-третьих, при подборе задач следовало также исходить из технических возможностей анализа матрицы результатов первичных измерений W, так как с увеличением ее размерности теряется всякая обозримость результатов, получаемых на различных этапах ее обработки.

Для определения количества тестовых заданий нами была осуществлена типическая /районированная/ выборка, суть которой состоит в следующем: сначала генеральная совокупность задач разбивается на однородные типические группы /142, с. 69/. Подобная разбивка нужна, чтобы повысить репрезентативность выборки. При таком способе гарантируется попадание в выборочную совокупность представителей всех типических групп. Типические группы образуются по какому-либо признаку. Таким признаком у нас была принадлежность выборочной задачи к данному классу элементарных функций.

Элементарные функции делятся на два основных класса - алгебраические и трансцендентные функции /83, с. 79-80/. В свою очередь алгебраические функции подразделяются на три подкласса: рациональные, дробно-рациональные и иррациональные функции. Простейшими из трансцендентных функций являются показательная, степенная, логарифмическая, тригонометрическая и обратно тригонометрическая функции.

Таким образом, мы имеем дело с двумя типическими группами задач, включающих алгебраические и неалгебраические функции. Учитывая тот факт, что наибольшая репрезентативность выборочных данных достигается при пропорциональном отборе, когда "число отборочных единиц в каждой группе пропорционально ее объему в генеральной совокупности" /142, с. 70/, мы выбрали из каждой группы по три задачи, наиболее характерные для задач, представленных в сборниках задач по высшей математике для студентов данной специальности. Отбор был осуществлен по способу собственно-случайной выборки с учетом предполагаемого времени проведения диагностического теста. В результате проделанной работы в содержание теста вошли 6 типичных задач, среди которых одна задача предполагала дифференцирование сложной функции.

Учитывая характер и механизм формирования предметного умения /см. гл. П/, формируемый тест был разбит на три составляющих субтеста, время проведения каждого из которых было строго ограничено. Первый субтест был направлен на выявление уровня сформированности ориентировочной основы действия. С учетом каждой из предложенных задач тестируемый должен был называть правила дифференцирования и формулы из таблицы производных, необходимые для решения задачи. Для облегчения оформления ответов был дан образец решения простейшей из предложенных задач. На выполнение I-го теста учащимся от-

водилось 40 минут /фрагмент I-го субтеста показан в таблице I приложения I/. Второй субтест диагностировал уровень сформированности исполнительной части действия дифференцирования. Тестируемые должны были найти производные от функций, предлагаемых в первом субтесте, при отсутствии опорных правил и формул дифференцирования и записать ответ на отдельном, заранее приготовленном листе, прикрепленном к субтесту /см. таблицу 2 приложения I/. На выполнение данного субтеста отводилось также 40 минут. Третий субтест был направлен на диагностику функции контроля. Тестируемому предлагалось за 35 минут выбрать и осуществить способ проверки ответа, полученного в итоге выполнения 2-го субтеста. Были предложены два способа проверки ответа: I/ выполнение обратного действия, т.е. интегрирование; 2/ повторное выполнение действия. Третьим возможным ответом был "Нет проверки". При выполнении данного субтеста студенты имели первоначальные условия задач и ответы, полученные в результате выполнения предшествующего субтеста. В таблице 3 приложения I иллюстрируется фрагмент 3-го субтеста, диагностирующего функцию контроля уровня формирования предметного умения. Таким образом, построенный нами педагогический тест, направленный на диагностику уровня сформированности глубины знаний у студентов I-го курса сельскохозяйственного факультета УДН включил в своей основе три взаимодополняющих друг друга субтеста, контролирующих уровни сформированности ориентировочной, исполнительной и контролирующей частей умения, соответствующих содержанию трех основных понятийных признаков ОИ. Более того, согласно классификации тестов, указанной выше, сконструированный тест выступает как гетерогенный, так как каждый из его составных субтестов является гомогенным, поскольку каждый из них направлен на измерение строго определенной составляющей ОИ.

Построение правил предписания по всем заданиям теста. По каждому выбранному заданию теста формируется определенное правило предписания, по которому после выполнения заданий теста группой обучаемых проводится первичное измерение ЭП. Ранее отмечалось, что правило предписания выступает как определенная качественная шкала и строится по каждому заданию теста на основании четких представлений о действиях обучаемых при выполнении тестового задания, и сравнения их ответов с качественным описанием уровня проявления ЭП в форме некоторых "эталонных" ответов. Отметим здесь, что четкое представление о действиях обучаемых при выполнении заданий теста должно основываться на знании педагогом состава ориентировочной основы действия, который четко выражен в алгоритме решения тестовых задач. В приложении 3 приводится алгоритм решения одной из задач педагогического теста /задача 6/ на дифференцирование сложной функции.

Таким образом, каждому уровню проявления ЭП, а следовательно каждому i -му тестируемому α_i по результатам выполнения j -го задания теста приписывается числовое значение ω_{ij}, что позволяет упорядочить обучаемых по содержанию данного ими ответа на задание теста.

Для выработки правила предписания по всем заданиям теста проводилась следующая трехэтапная процедура. На первом этапе происходило коллективное обсуждение и анализ разрабатываемой методики оценки заданий теста. На этом этапе был выработан подход для определения алгоритмической сложности заданий, а также их классификация в соответствии с содержанием деятельности учащихся, ожидаемой при принятии ими решений в процессе выполнения задачий теста. В соответствии со сказанным были выработаны рекомендации

для членов экспертной группы, состоящей из семи человек, в соответствии с которыми они должны были произвести затем классификацию. Для большей надежности был проведен коллективный разбор эталонного образца. Тем самым была подготовлена база для второго этапа, на котором производилась индивидуальная классификация заданий теста всеми участниками экспертной группы. Результаты этой классификации, а также некоторые расчетные формулы были обсуждены на третьем этапе. Была произведена процедура выработки коллективного решения сначала по принципу простого большинства, а затем произведено обсуждение всех случаев, вызвавших несогласие мнений представителей экспертной группы. Результаты принятия окончательного решения были подвергнуты статистической обработке, показавшей высокое согласие мнений членов экспертной группы. В итоге проделанной работы группой экспертов-педагогов было выработано единое правило предписания для каждого субтеста в отдельности.

По первому субтесту, где требовалось указать правила и формулы, используемые для решения, за выполнение каждой задачи выставлялась оценка K, вычисляемая по следующей расчетной формуле:

$$K = n_0 - n_1 + n_2 \qquad /3.1/$$

где n_0 - эталонное число правил и формул; n_1 - число верно указанных и n_2 - число лишних правил и формул. Полному правильному ответу соответствовала оценка $K = 0$. Окончательная оценка ω_{ij_0} i-го учащегося по ориентировочной основе j-го задания теста получалась вычитанием величины K из максимального значения K_{max}, полученного по данной задаче, т.е.

$$\omega_{ij_0} = K_{max} - K \qquad /3.2/$$

Этот последний шаг переводит полученную оценку в традиционную: лучшему решению соответствует бо́льшая оценка.

Для оценки уровня проявления эмпирического признака ЭП при выполнении 2-го субтеста была принята трехбалльная система оценок: $\omega_{ijи}$ = 0, I и 2. Оценка $\omega_{ijи}$ = 0 выставлялась обучаемому, не приступившему к решению задачи или совершившему логическую ошибку; оценка $\omega_{ijи}$ = I - если была допущена арифметическая ошибка или ошибка по невниманию; оценка $\omega_{ijи}$ = 2 - за полное, правильное решение. Контролирующая часть действия оценивалась также по трехбалльной шкале: $\omega_{ijк}$ = 0, если не указан способ проверки; $\omega_{ijк}$ = I - если указан, но не выполнен, и $\omega_{ijк}$ = 2 - если проверка правильно осуществлена.

Таким образом, мы получаем на основе принятых правил предписаний, т.е. на основе выставленных по каждой задаче оценок, матрицу результатов первичных измерений $W = \|W_{ij}\|$, $i = \overline{I,n}$ и $j = \overline{I,m}$ размерности $n \times m$, где m - число заданий теста, n - количество тестируемых. Элементы матрицы составляют векторы $\omega_{ij} = (\omega_{ijо}, \omega_{ijи}, \omega_{ijк})$, компоненты которых суть балльные оценки, полученные i-м тестируемым по j-ой задаче с учетом ориентировочной, исполнительной и контролирующей частей действия соответственно. Формирование такой матрицы в педагогическом исследовании есть важный этап изучения свойств эмпирического объекта /ЭО/, т.к. от процедуры формирования результатов первичных измерений признаков ОИ в матрице W во многом зависят все последующие этапы обработки экспериментальных данных педагогического теста.

П р о ц е д у р а п е д а г о г и ч е с к о г о т е с т и р о в а н и я . Как правило, при конструировании педагогического теста подготавливают детальные указания и руководство для

его проведения. Составление таких руководств - неотъемлемая часть работы, направленной на получение достаточно объективных результатов. Сюда относятся такие требования, как точность представления материалов, лимит времени, характеристики подачи инструкции, ее форма, даже интонация и жесты экспериментатора и т.д. Необходимо также следовать процедурам стандартизации даже в самых незначительных подробностях, т.е. чтобы всем испытуемым была ясна методика выполнения теста.

Обкатке построенного нами педагогического теста /КР/ предшествовала серьезная и длительная подготовка. Прежде всего заранее был составлен предварительный список всех тестируемых, каждому из которых был присвоен порядковый номер согласно его месту в списке, была собрана необходимая информация о тестируемом контингенте: общие оценки тестируемых, представленные преподавателями; год поступления испытуемого в Университет; уровень его математической подготовки по результатам последней экзаменационной сессии и рубежных контрольных работ; оценка обучаемых по другим смежным предметам и пр.

Следуя процедуре проведения группового тестирования проводился предварительный инструктаж педагогов, ведущих семинарские занятия у обследуемых. Преподаватели, в свою очередь, за несколько дней до начала тестирования объявляли о нем в своих учебных группах как о предстоящей обыкновенной контрольной работе, тем самым исключали элементы неожиданности и неизвестности, которые могли вызвать у обучаемых определенную степень тревожности. Тестовые материалы заблаговременно были подготовлены; их содержание было доведено до сведения всех преподавателей, присутствовавших при проведении контрольной работы, было заранее выбрано удобное помещение с хорошим освещением, изолированное от чрезмерного шу-

ма. Тестирование предполагалось осуществить утром, чтобы обеспечить максимальную психологическую и моральную подготовку испытуемых к выполнению требований педагогического теста. Словом, тест проходил при соблюдении условий, необходимых как для психологического, так и педагогического тестирования /I5, с. 39-44/.

Для избежания факта знакомства экспериментаторов с тестируемыми, что могло отрицательно повлиять на ход тестирования и тестовые показатели, тестируемые были разбиты на две группы, каждая из которых выполняла задания контрольной работы в отдельной аудитории, в присутствии группы педагогов. С целью исключения обмена информацией между соседствующими тестируемыми, каждый субтест был оформлен в трех различных вариантах. Стремясь вызвать определенный интерес у испытуемых к выполнению тестовых задач, экспериментаторы связывали успешное выполнение теста с предстоящим вознаграждением студентов на экзамене по высшей математике.

Справедливости ради отметим, что наблюдалась определенная степень тревожности, особенно у слабоуспевающих студентов, вызванная, на наш взгляд, непривычностью формы проведения контроля знаний в практике обучения в нашем Университете. Трудность психологической перестройки испытуемых к выполнению нестандартного по форме и содержанию задания в строго регламентированное время и объясняет тот факт, что среди испытуемых, полностью несправившихся с заданиями теста, оказались студенты с хорошей успеваемостью, судя по оценкам их преподавателей.

3.2. Обработка результатов педагогического тестирования

Качественный анализ результатов тестирования. Для выполнения I-го субтеста обучаемые используют все имеющиеся у них знаний по дифференцированию функций, соотнося их с условиями тестовых задач, конструируя тем самым возможный алгоритм их решения, который служит надежным ориентиром для успешного выполнения действия дифференцирования.

Однако, "психологический механизм полноценного действия, как указывает П.Я.Гальперин, не ограничен его непосредственно выполняемой ориентировочной деятельностью. В этот механизм включается вся система предшествующих форм данного действия, которые непосредственно уже не выполняются, но имеются в виду и этим обеспечивают сохранение в сознании учащихся объективной логики сокращенного действия - его сознательности" /40, с. 452/. Ориентировочная основа действия включает совокупность знаний о самом действии, а также об условиях, в которых происходит его выполнение. На этом этапе формирования действия тестируемые следят за выполнением отдельных элементов действия по образцу, предложенному в субтесте. Им необходимо запомнить и воспроизводить точное, буквально словесное выражение правил и формул дифференцирования, что может, однако, произойти без понимания его смысла, т.е. механическим образом. Механизм воспроизведения заученного материала сложен и является предметом специальных психологических исследований /20, 100/.

Так, результаты психологических исследований показали, что любое воспроизведение заученного материала с точки зрения конечного его результата может выступать в различных своих формах:

узнавание, собственно воспроизведение /которое может быть непроизвольным и произвольным/ и припоминание. В случае узнавания как воспроизведения какого-либо объекта в условиях повторного восприятия, обучаемый раскрывает учебный предмет или учебное понятие с позиции его наглядно-образных представлений. Так, например, если спросить студента, что означает понятие "производная функции $f(x)$," то при воспроизведении данного понятия на уровне узнавания студент скорее может написать символьное обозначение данного понятия /типа $f'(x)$ - неполная запись; $f'(x)=\frac{\Delta f(x)}{\Delta x}$ - простейшая неполная запись; $f'(x)=\lim_{\Delta x \to 0}\frac{\Delta f(x)}{\Delta x}$ - полная и точная запись/, чем дать точное его определение. Собственно воспроизведение, в отличие от узнавания, осуществляется без повторного восприятия того объекта, который воспроизводится. Оно вызывается обычно содержанием той деятельности, которую человек осуществляет в данный момент, хотя эта деятельность и не направлена специально на воспроизведение. Такое воспроизведение будет непроизвольным. Направление и содержание воспроизводимых образов и мыслей определяется теми ассоциациями, которые образовались в прошлом опыте человека. В практике обучения, однако, бывают такие случаи, когда студент не может сразу вспомнить нужное для ответа /или решения задачи/ правило или формулу, т.е. ему приходится делать активные поиски, преодолевая определенные трудности. Такое воспроизведение называется припоминанием. Эта форма воспроизведения характерна для наших студентов. И наконец, третья форма воспроизведения учебного материала есть произвольное воспроизведение, в ходе которого любое учебное понятие раскрывается обучаемым во всех его подробностях путем введения его в определенную систему понятий и вербально-логических определений.

Таким образом, успешность припоминания зависит от того, насколько четко и точно сознается содержание поставленной задачи; какие используются приемы припоминания; насколько мотивировано выполнение данной задачи. Воспроизведение правил /формул/ дифференцирования и выделение нужного правила среди всех знакомых и известных студенту правил зависит от степени усвоения темы дифференцирования, что в ней главное, а что - второстепенное; во-вторых, от того, насколько выделяемые правила /формулы/ существенны для решения данной задачи и входят ли они в содержание ориентировочной основы действия, по ним ли идет процесс обобщения знаний по данной теме; в-третьих, от умения студента использовать приемы умственной деятельности /анализ, синтез, сравнение, абстрагирование и обобщение при воспроизведении/. Правильное смысловое воспроизведение правил /формул/ дифференцирования определяется уровнем речевого развития студента /иностранным испытуемым труднее воспроизводить правила и формулы в их исходной форме/. Оно тесно связано с процессом мышления, с умственным развитием обучаемого.

В ходе выполнения заданий I-го субтеста, тестируемые совершили ряд ошибок, основными из которых являются следующие:

I. Неразличение правил и формул дифференцирования /35% из общего числа тестируемых/;

2. Использование нестандартной формы представления таблицы производных /44% тестируемых/. Например, вместо написания целой рациональной функции приводились следующие записи: $Y = K.X$ или $Y = a.K.X$ /правильная запись $Y = X^n$/;

3. Дифференцирование сложной функции как простой, т.е. без применения соответствующего правила дифференцирования сложной функции. Такую ошибку допустило 66% испытуемых.

На рис. I приложения 2 наглядно иллюстрируются все перечисленные ошибки. Правильное выполнение требования теста учащимися обозначено сплошной, а неправильное - пунктирной линией. Причины появления этих ошибок, на наш взгляд, в общей подготовке тестируемого контингента и в присущем ему репродуктивном характере мышления и усвоения знаний. Кроме того, следует отметить, что большинство испытуемых - это иностранные студенты первого курса, еще не преодолевшие языкового барьера.

На этапе выполнения 2-го субтеста - нахождения производных от заданных функций - учащиеся должны были использовать выполненную ориентировочную часть. Ошибки, сделанные при дифференцировании, мы подразделяем на две группы: операциональные, связанные с неправильным выполнением арифметических и простых алгебраических действий, и логические, обусловленные нарушением формальной логики, т.е. незнанием и неумением применить правила и формулы дифференцирования на практике. На рис. 2 приложения 2 представлена зависимость процента проделанных ошибок от типа тестовых задач при выполнении 2-го субтеста.

Не вдаваясь в подробный анализ причин этих ошибок, заметим, что основой такого анализа является классификация сформированности умений на три уровня /II4/:

I. Уровень сознания. Данное действие /умение/ сформировано до уровня его осознания, если студент осознает логику выполнения данного действия, имеет определенное представление о его операционном составе, но не владеет навыками его выполнения; в связи с этим выполнение действия даже в относительно простых ситуациях вызывает у него определенные затруднения.

2. Уровень знания. Данное действие /умение/ сформировано до уровня знания его, если студенту известен некоторый способ выпол-

нения действия, т.е. известно, какие операции и в какой последовательности следует произвести, чтобы выполнить данное действие.

3. Уровень владения. Данное действие /умение/ сформировано по уровня владения им, если студент может выполнить действие в незнакомой ему ситуации, к которой данное действие применимо, т.е. умеет пользоваться действием в процессе деятельности, для которой оно является элементом. Это, очевидно, не означает, что студент, достигнувший уровня владения действием, может выполнить его в любой ситуации, к которой данное действие применимо. Критерием достижения высшего уровня владения действием является возможность выполнения студентом действия в относительно сложных ситуациях, с которыми он не сталкивался на практических занятиях.

Несмотря на столь сложные взаимоотношения уровней формирования действия, уровень владения действием в определенном отношении является достаточно высоким. Результаты выполнения 2-го субтеста показывают, что у большинства тестируемых отсутствует именно этот уровень, т.к. обучаемые допустили ряд логических ошибок.

Таким образом, логические ошибки вызваны у обучаемого незнанием самого действия, с одной стороны, и неовладение им - с другой. Отсутствие ориентировочной основы действия и слабый уровень математической подготовки тестируемых /по оценкам преподавателей, ведущих семинарские занятия, лишь пятая часть испытуемых владеет математическими знаниями на уровне "отлично", одна треть - на "хорошо" и все остальные - на уровне лишь "удовлетворительно"; при этом из общего числа тестируемых пришлось удалить 17 человек, слабоуспевающих по математике и аттестованных "неудовлетворительно"/ существенно отразились на результатах выполнения 3-го субтеста. Подавляющее большинство испытуемых не смогли правильно

выбрать способ проверки результата, полученного в итоге выполнения 2-го субтеста. Только малая часть обучаемых, верно выбравших нужный способ проверки, смогла ее безошибочно осуществить.

На этапе качественного анализа результатов педагогического тестирования важным является также и выявление внутренних характеристик объекта измерения путем вычисления связей между различными признаками, характеризующими качество выполнения обследуемым тестового задания. К таким признакам можно отнести различение /или неразличение/ правил /формул/ дифференцирования; использование /неиспользование/ тестируемым стандартной формы представления таблицы производных; правильное /или ошибочное/ дифференцирование сложной функции и т.п.

Каждый из выделенных эмпирических признаков оценивается нами по двум уровням проявления их в действиях обучаемых при выполнении заданий теста. В этом случае матрица результатов первичных измерений $W = \|W_{ij}\|$ при $i = \overline{1,n}$ и $j = \overline{1,m}$ состоит из совокупности дихотомических оценок: $\omega_{ij} = 1$, если обучаемый правильно выполнил требования теста и $\omega_{ij} = 0$ - противном случае. Для данного вида оценок методика обработки данных методами многомерного шкалирования значительно упрощается, так как переход от матрицы W к корреляционным матрицам A и B не требует введения соответствующей поправки для выборочного коэффициента ранговой корреляции Кэнделя τ. Последнее объясняется тем, что в случае дихотомии, когда группировка объектов строится лишь по двум классам, коэффициент ранговой корреляции определяется по формуле:

$$\tau_в = (ad - bc)/\sqrt{xypq} . \qquad /3.3/$$

где a, b, c, d, x, y, p, q - соответствующие частоты, характе-

ризующие объект с позиции оцениваемых свойств /7I, с. 56/, которая алгебраически эквивалентна формуле $R_{xy} = XY - XY/\sigma_x \sigma_y$ для оценки коэффициента Пирсона по номинально-дихотомическим данным. В этом случае дихотомические двумерные данные удобно расположить в таблице сопряженности признаков, которая показывает совместные проявления пар значений по двум переменным /4I, с. I46/. Формула, определяющая коэффициент Пирсона φ_n выглядит следующим образом:

$$\varphi_n = \frac{bc - ad}{\sqrt{(a+c)(b+d)(a+b)(c+d)}}, \qquad /3.4/$$

где a - число испытуемых, различивших правила и формулы, но не написавших стандартную формулу представления таблицы производных; b - число испытуемых, различавших правила /формулы/ и написавших стандартную форму представления таблицы; c - число испытуемых, неразличавших ... и ненаписавших ... ; d - число испытуемых, неразличивших ..., но написавших стандартную форму представления таблицы производных. При значениях a = I7, b = 29, c = I0 и d = I3 получаем, что коэффициент Пирсона $\varphi_n \approx 0{,}06$. Теоретически коэффициент Пирсона φ_n может принимать значение +I в случае, если распределение X имеет ту же форму, что и распределение У, значение -I, когда форма распределения X точно противоположна форме распределения У. Хотя корреляция между двумя переменными прямо не указывает на причинную связь, она может служить ключом к объяснению многих сторон усвоения. Так, "нулевая корреляция двух переменных может свидетельствовать о том, что никакого влияния одной переменной на другую не существует, при условии, что мы доверяем результатам измерений" /4I, с. II4/. Таким образом, мера связи /корреляции/ скорее свидетельствует о тенденции изменения двух переменных, об их взаимной связи и взаимообусловленнос-

ти.

Характерно, что коэффициент корреляции Пирсона φ_n варьируется в зависимости от региона, к которому относится данный испытуемый. Например, для советских и азиатских студентов φ_n составляет 0,38 и 0,378 соответственно, для африканских студентов он равен -0,I5I, арабских и латиноамериканских студентов - 0. Корреляция между различением /неразличением/ правил или формул дифференцирования и ошибочным /правильным/ дифференцированием иррациональной функции /задача 6; см. приложение I/ равна -0,0I4, по регионам: СССР - 0,32I, Азия - 0,378, Арабский Восток - 0,25, Африка - -0,I65, Латинская Америка - -0,I. Приведенные числовые данные коэффициента φ_n говорит о слабой связи между различением правил /формул/ дифференцирования и использованием /неиспользованием/ стандартной формы представления таблицы производных, с одной стороны, и между первым признаком и ошибочным дифференцированием сложной функции, с другой.

Таким образом, результаты педагогического тестирования иллюстрируют разрыв практики ведения семинарских занятий и лекционного обучения. Действительно, тот факт, что многие студенты могли правильно выполнить действие дифференцирования, не опираясь при этом на знания стандартной формы представления таблицы производных и правил дифференцирования наталкивает на мысль о том, что отдельными педагогами сводка правил и формул дифференцирования на семинарских занятиях вообще не дана учащимся. Определенную роль в этом, на наш взгляд, смогло сыграть то обстоятельство, что во многих учебниках по высшей математике и сборниках задач не существует единой классификации правил дифференцирования. Так, авторы краткого курса высшей математики /83/ считают, что существуют не пять правил дифференцирования, как это принято во многих

учебниках, а семь правил /23, с. I54/, причем одним из таких правил авторы считают общеизвестную формулу дифференцирования: $(tgx)' = \frac{1}{\cos^2 x}$. Вместе с тем в некоторых сборниках задач /I4I/ авторами проводится четкая грань между пятью известными правилами дифференцирования и формулами из таблицы производных. Пожалуй, можно смело предположить, что обнаруженный нами разрыв в какой-то степени отражает существующее неоднозначное соответствие в толковании правил и формул дифференцирования авторами учебников по высшей математике с одной стороны и составителями сборников задач - с другой.

Известный педагог и математик Л.Д.Кудрявцев, подчеркивая важность согласования содержания практических задач с лекционным материалом,указал, что согласованность точек зрения педагогов на практических и лекционных занятиях помогает студенту не только хорошо усвоить лекционный материал, но и дает ему дополнительный стимул для активной проработки лекций. "Очень вредно, - писал Л.Д.Кудрявцев, - особенно на первых этапах обучения проведение несогласованных лекций и практических занятий, когда лектор и преподаватель, ведущий семинарские занятия, рассказывают об одних и тех же вопросах с разных точек зрения, основываясь на разных определениях и на разной последовательности изложения отдельных фактов. Это может запутать студентов, нанести тем самым вред их математическому образованию, снизить его эффективность, сделать процесс обучения более трудным для студентов" /84, с. 37/.

Найденное значение коэффициента корреляции Пирсона φ_n между незнанием действия или неовладением им $\varphi_n = 0{,}4$ для задачи 6/ и совершением логической ошибки при дифференцировании подтверждает нашу вышеуказанную гипотезу о том, что причиной ошибок, допущенных тестируемым в ходе выполнения исполнительной части

действия является незнание и невладение самим действием. Более того, незнание учащимся правил и формул дифференцирования проявлялось у них в ходе выполнения педагогического теста, направленного на выявление уровня сформированности у тех же студентов полноты знаний /фрагмент теста на полноту знаний представлен в таблице 4 приложения I/. Тест состоял из I80 заданий, выбор которых был основан на детальном анализе всех понятий, определений, правил и формул, представляющих в совокупности содержание курса высшей математики, читаемого студентам сельскохозяйственного факультета УДН.

Итак, качественный анализ результатов педагогического тестирования позволяет нам сделать два важных вывода: первый - ошибки, совершенные обучаемым в ходе выполнения требований теста, обусловлены, в основном, незнанием действия и невладением им в процессе деятельности; и второй вывод - тестирование показало рассогласование содержания практических занятий с материалом лекций по высшей математике.

Формирование корреляционных матриц. Выше было отмечено, что при выявлении внутренних характеристик ОИ изучение ЭП, их описание и агрегирование следует начинать с анализа результатов первичных измерений признаков, суть которого заключается в измерении связей между ЭП по исходным данным в матрице "объект-признак" W_{ij}. При этом, в матрице W каждый $j\,(j=\overline{1,m})$ столбец K-балльных оценок $(w_{1j},\ldots,w_{nj})$ составляет описание n объектов по j-му признаку, а каждая i-ая страка K-балльных оценок $(w_{i1},\ldots w_{im})$ есть описание m признаков по i-му объекту.

Задача состоит в том, чтобы, учитывая специфику матрицы W, т.е. совокупность K-балльных оценок при $K>2$, сформировать

такие корреляционные матрицы A и B, которые отвечали бы исходным предпосылкам применения факторного анализа /III, с. 232/. Для решения такой статистической задачи существуют определенные подходы и методы /4I, с. I44-I78; I08, с. 77-84/, которые не только учитывают многие стороны формирования результатов первичных измерений ЭП /тип используемой шкалы, технику сбора данных, построение выборки объектов из имеющейся совокупности и т.д./, выявляют связи между ними, но, главное, позволяют на последующих этапах анализа исходных данных W использовать методы многомерного анализа с целью выявления множественных связей между переменными.

При анализе связей между эмпирическими признаками, рассматриваемыми как случайные величины, имеющие распределение, близкое к нормальному /I07, с. 78/, применяются различные функции меры связи. Выбор коэффициентов связи зависит от типа шкалы для измерения переменных, а также от желаемой точности и простоты вычислений. В педагогических исследованиях при анализе матрицы приходится оперировать лишь качественными признаками, поэтому при измерении связи между ЭП широко применяют непараметрические показатели корреляционной связи, которые в отличие от параметрических мер связи имеют ряд особенностей и преимуществ. Во-первых, они измеряют степень сопряженности между ЭП независимо от их закона распределения и формы связи. Во-вторых, с теоретической и вычислительной точки зрения методы измерения связи просты. Как было упомянуто выше, проставление рангов и переход к корреляционной матрице как для признаков W_n, так и для объектов W_o позволяет на следующих этапах анализа данных первичных измерений в матрице $W = \| w_{ij} \|$ использовать уже специальную статистику - коэффициент ранговой корреляции Кендэла, который зависит от способа

оценки порядковых отношений и находит самое широкое применение в измерении связи между качественными признаками или объектами. Коэффициент ранговой корреляции Кендэла выступает как количественная характеристика и служит мерой неупорядоченности объектов по двум рассматриваемым признакам матрицы W_n или мерой неупорядоченности признаков по двум рассматриваемым объектам матрицы W_0.

Необходимо отметить, что в зависимости от вида исходных данных в матрице W коэффициент τ может применяться в различных своих модификациях /7I, с. 46/. Так, в случае, когда в j и $j+K$ последовательностях матрицы W_n применяются связанные ранги /а это наиболее общий случай/, то для вычисления $\tau_{j,j+K}$ используется формула вида

$$\tau_\beta = \frac{S}{\sqrt{\frac{1}{2}n(n-1)-T}\ \sqrt{\frac{1}{2}n(n-1)-V}} \qquad /3.5/$$

при $T = \frac{1}{2}\sum_t (t-1)$ и $V = \frac{1}{2}\sum_U U(n-1)$, где S - сумма значений, приписанных по определенному правилу различным парам объектов в последовательности по j -му признаку в соответствии с упорядочением тех же объектов в последовательности по $(j+K)$ -му признаку; n - общая совокупность объектов; t - число объектов j -ой последовательности, имеющих один и тот же ранг; U - число объектов в $(j+K)$ -ой последовательности, имеющих один и тот же ранг.

Так как при измерениях связей между ЭП мы имеем дело со специальной статистикой, для которой описание строится лишь на основе вычислений выборочного коэффициента ранговой корреляции τ_β по формуле /3.5/, то для определения его значимости τ_β необходимо строить специальную оценку стандартного отклонения распределения выборочной величины S :

$$Var\,S = \sigma_s^2 = \frac{1}{18}\left[n(n-1)(2n+5) - \sum_t t(t-1)(2t+5) - \sum_n n(n-1)\cdot(2n+5)\right] + \frac{1}{9n(n-1)(n-2)}\left[\sum_t t(t-1)(t-2)\right]\times\left[\sum_U U(U-1)(U-2)\right] + \frac{1}{2n(n-1)}\left[\sum_t t(t-1)\right]\left[\sum_U U(U-1)\right]. \qquad /3.6/$$

Для оценки выборочного рангового коэффициента τ_{β} между двумя, например, первыми признаками $/V_1$ и $V_2/$ матрицы W необходимо использовать формулу /3.5/, применение которой требует осуществления ряда процедур, описанных на конкретном примере в работе /I07, с. 89/. Далее согласно теории ФА /см. 2.3.2/, описание фактора в терминах его связи с совокупностью рассматриваемых признаков определяется с помощью редуцированной факторной матрицы, основой для которой является матрица выборочных коэффициентов парной корреляции $\|r_{ij}\|$, в которой элемент отражает линейную зависимость между ЭП. Учитывая особенности информативности коэффициентов r и τ /7I/, можно утверждать, что они, по-существу, характеризуют одно и то же качество, а следовательно между r и τ существует определенная взаимосвязь. Ряд результатов исследования взаимосвязи r и τ можно найти в работах /7I, 72/, где основное внимание уделялось асимптотическим свойствам $(n\to\infty)$ и случаю $R(X,Y) = 0$, где R - коэффициент парной корреляции Пирсона.

Не останавливаясь подробно на методе решения задачи оценки взаимосвязи r и τ /данная задача подробно исследована в монографии В.И.Михеева, I07, с. 93-I0I/, укажем лишь, что анализ взаимосвязи характеристик согласованности r и τ позволяет не только ввести эмпирическую поправку δ, зависящую от r и τ, но и перейти к построению факторного решения по корреляционной матрице R_{δ}. В итоге перехода от τ к r, т.е. от матрицы $\|\tau_{ij}\|$ к

матрице $\| r_{ij} \|$ с использованием соответствующей поправки δ, формирование корреляционных матриц A и B ведется следующим образом: I/ вычисляются значения r_{ij} для каждого τ_{ij}, взятого из матрицы τ_A; с учетом симметричности корреляционной матрицы r / $r_{ij} = r_{ji}$ и $r_{ij} = I$ при $i = j$ / формируется матрица A порядка $m \times m$; 2/ аналогично вычисляются значения r_{ij} для каждого τ_{ij}, взятого из матрицы τ_B, и формируется матрица B порядка $n \times n$.

Получение матриц A и B позволяет с помощью корреляционных плеяд /I07, с. I02/ проводить достаточно полный первичный анализ корреляционных связей как между признаками, так и между объектами. С другой стороны, с применением факторного анализа, несмотря на определенные трудности, появляется возможность проводить, несомненно, более сложный анализ корреляционных связей, что позволяет рассматривать изучаемые переменные с позиции уже ограниченного числа качественно новых свойств или факторов. Говоря о трудностях применения ФА в решении поставленной психолого-педагогической задачи, отметим, что все они связаны как с получением факторных решений, так и с содержательной их интерпретацией.

Ф о р м и р о в а н и е ф а к т о р н ы х с т р у к т у р F и H. Не вдаваясь подробно в технику вычисления факторных матриц F и H /данный вопрос достаточно изучен в работе Хармана - I66/, отметим, что факторные матрицы F и H определяются следующими соотношениями:

$$A \approx F \cdot F', \qquad /3.7/$$

$$B \approx H \cdot H', \qquad /3.8/$$

где F - факторная матрица порядка $m \times K$, F' - транспонированная факторная матрица порядка $K \times m$, получаемая из F; H -

транспонированная факторная матрица порядка $n \times \ell$.

Получение факторных матриц F и H позволяет перейти к формированию матрицы интегральных оценок C, алгоритм построения которой подробно описана в работе /107, с. 106-112/. Получение матрицы C проводится программным путем с использованием ЭВМ на основе привлечения формальных и вычислительных процедур. Все программные модули, используемые при обработке результатов первичных измерений приведены в таблице 14 приложения 1.

Анализ результатов первичных измерений глубины знаний. Для пояснения особенностей процедур обработки экспериментального материала обратимся к результатам конкретных вычислений, что позволит проследить основные этапы решения задачи многомерного шкалирования качественных признаков, составляющих основу описания $\mathcal{A}$.

Этап 1. С целью оценки глубины знаний по односеместровому курсу высшей математики специально отобранной группе студентов /n = 15/ предлагается выполнить педагогический тест, включающий определенную совокупность заданий /m = 15/ и состоящий из 3-х субтестов, направленных на диагностику уровня сформированности ориентировочной, исполнительной и контролирующей частей конкретно взятого умения из курса высшей математики - умения дифференцировать элементарные функции с использованием таблицы производных и правил дифференцирования /фрагмент теста представлен в таблицах 1-3 приложения 1/. При выполнении заданий теста каждому a_i обучаемому группы по j -му заданию теста с учетом алгоритма решения тестовых заданий /приложение 3/ и принятого правила предписания /см. 3.2/ приписывается соответствующий балл ω_{ij}. В итоге проверки выполнения заданий теста группой студентов формируется таблица результатов первичных измерений в виде матрицы

$W = \| \omega_{ij} \|$ при $i = \overline{I,I5}$ и $j = \overline{I,I5}$ /таблица 6 приложения I/.

Этап 2. Согласно методики формирования матрицы интегральных оценок, описанной выше, программным путем были получены корреляционные матрицы А и В, факторная матрица F с факторами F_1, F_2, ... , F_{10} и факторная матрица Н с факторами H_1, H_2, ..., H_9 /факторные матрицы F и Н представлены соответственно в таблицах 7 и 8 приложения I/.

С точки зрения интерпретации факторов следует, что для описания суммарной общности I5 заданий теста требуется не более I0 факторов, а для описания суммарной общности состава нормативной группы, состоящей из I5 обучаемых, необходимо не менее 9 факторов. Вместе с тем, учитывая общий вклад факторов F_p /$P = I,I0$/ и факторов H_p /$P = I,9$/ в общую дисперсию соответственно признаков и объектов, а также условие

$$\frac{1}{m} \sum_{j=1}^{r_1-1} \lambda_j \leq P_o \leq \frac{1}{m} \sum_{j=1}^{r_1} \lambda_j , \qquad /3.9/$$

где P_o - пороговая доля факторов F и Н в полной дисперсии переменной /$P_o = 0,8 \div 0,9$/, λ_j - собственное значение j-го признака, m - число рассматриваемых переменных, определяющее выбор ограниченного числа наиболее значимых общих факторов из F и Н, находим, что для формирования матрицы интегральных оценок С порядка I5 x I5 достаточно использовать факторы F_1, ..., F_{10} из структуры F и факторы H_1, ..., H_9 из структуры Н, в масштабе которых и рассматриваются нами полученные интегральные оценки матрицы С.

С о д е р ж а т е л ь н а я и н т е р п р е т а ц и я р е з у л ь т а т о в т е с т и р о в а н и я . Дальнейший анализ факторных структур F и Н позволяет содержательно интерпре-

тировать основные факторы F_1, F_2 и H_1, H_2, так как именно они вносят основной вклад в общую дисперсию как по признакам, так и по объектам. Учитывая, что суммарный вклад каждой совокупности основных факторов составляет не менее 90% от общей дисперсии как по структуре F, так и по структуре H, особый интерес для содержательной интерпретации представляют факторы F_I и H_I, так как их вклад в общую дисперсию составляет соответственно более 58% и 68% /см. таблицы 7 и 8 приложения I/.

Согласно выдвинутой нами гипотезе, анализ факторных нагрузок, определяющих связь признаков /задач педагогического теста/ с F_I позволяет нам выявить педагогические особенности формирования у обучаемых глубины знаний. Для выявления таких особенностей мы пользовались определенным набором педагогических характеристик обучаемых, таких как первоначальная математическая подготовка, отношение к математике в школе, на подготовительном факультете и на первом курсе, уровень математической подготовки обучаемых на различных этапах обучения /подфак, первый курс/, отраженный частично в оценках соответствующих педагогов; оценки обучаемых по смежным дисциплинам /физике/, а также по русскому языку /для иностранных студентов/.

Все названные характеристики были собраны по нормативной группе обучаемых /n = I5/, выполнившей тестовые задания. Нормативная группа представляла, в принципе, весь тестируемый контингент: в нее вошли как хорошо успевающие, так и плохо успевающие студенты по математике. Данные были собраны путем анкетного опроса /анкета представлена в приложении 4/. Каждой из упомянутых характеристик было дано соответствующее количественное выражение. Например, предварительному знанию каждого раздела высшей математики /аналитической геометрии, алгебраических преобразований,

дифференциального и интегрального исчислений/ соответствовало число I, незнанию - 0. Отношение к математике в средней школе оценивалось по дихотомической шкале: положительному отношению соответствовала оценка I, отрицательному - 0; на подготовительном факультете и первом курсе оценка выставлялась соответственно по трехбалльной шкале: 2, I, 0. Уровень подготовки по математике на подготовительном факультете характеризовался оценкой, полученной обучаемым на экзамене по математике по окончанию подфака; оценки по математике, физике и русскому языку были выставлены опытными преподавателями названных дисциплин, причем оценки по математике выставлялись по 10-балльной шкале с целью получения более точного представления об уровне подготовки обучаемых по тестируемому предмету.

Далее по итогам выполнения i -м обучаемым заданий теста /$m = 15$/, были вычислены суммарные факторные оценки f_p по формуле

$$f_p = \sum_{i=1}^{n} \frac{a_{ip}}{\lambda_p} Z_i \quad (p = \overline{1,m}) \qquad /3.10/$$

Учитывая, что в нашем случае суммарные факторные оценки вычисляются лишь по главному /первому/ фактору, т.е. при $p = 1$, формула /3.10/ может быть переписана в виде

$$f_{1r} = \sum_{i=1}^{n} \frac{a_{i1}}{\lambda_1} Z_i \qquad /3.10/'$$

где a_{i1} - факторная нагрузка f_1 по Z_i переменной, λ_1 - собственное значение I-го фактора, Z_i - балльная оценка i -го обучаемого /$i = 1,15$/, а f_{1r} - суммарная факторная оценка i -го обучаемого /$i = 1,15$/ по I-му /главному/ фактору, определяющему уровень сформированности глубины знаний. Подставляя значения a_{i1} /первый столбец таблицы 8./, Z_i /i-ая строка из таблицы 6/;

i = I,I5, и λ_i равное I0,2II8, для i -го, например, 4-го обучаемого /i = 4/, получаем

$$f_{1r} = \frac{0,5670 \times 3 \; + \; 0,7470 \times 4 \; + \; \ldots \; + \; 0,8744 \times 2}{I0,2II8} = 2,6466$$

Учитывая структуру ОИ, для содержательной интерпретации выделенного главного фактора были вычислены суммарные факторные оценки по каждому из субтестов, составляющих в совокупности тест на глубину знаний. В таком случае матрица балльных оценок имеет размер I5 x 5. Суммарная факторная оценка для обучаемого i = 4 по итогам выполнения I-го субтеста, диагностирующего уровень сформированности ориентировочной основы умения, равна 3,8964; 2-го субтеста - 2,3550 и 3-го субтеста - 2,I795. Результаты вычислений суммарных факторных оценок по итогам выполнения нормативной группой обучаемых /n = I5/ заданий теста на полноту и глубину знаний, а также выполнения субтестов, направленных на диагностику уровня сформированности ориентировочной, исполнительной и контролирующей части умения f_{1o}, f_{1u}, f_{1k}, соответственно, сведены в таблицу 9 приложения I. В таблице 9 представлены также упомянутые выше оценочные характеристики испытуемых, по которым можно судить об общем уровне подготовки обучаемого.

Для того, чтобы установить те педагогические факторы, главным образом определяющие уровень сформированности у обучаемого рассматриваемого качества знаний /в нашем случае - глубины знаний/, необходимо найти связь /корреляцию/ между суммарными факторными оценками и количественным выражением каждой из характеристик обучаемых. Учитывая тот факт, что мы имеем дело со связанными рангами, мерой связи признаков в данном случае служит коэффициент ранговой корреляции Кендэла τ, способ вычисления которого показан в работе /I07, с. 89/. Вычислим, к примеру, связь

между уровнем сформированности у обучаемого глубины знаний, выраженного в суммарной факторной оценке $f_{1г}$ /I0-й столбец таблицы 9/ и уровнем первоначальной математической подготовки /I-й столбец таблицы 9/. Расчет показателя 5 представлен в таблице I0 приложения I. Учитывая, что m = I5, T = I, V = 28 и S = I2, получаем по формуле /3.5/ значение $\tau_в$ равное 0,I45. Найденное значение $\tau_в$ помещается в таблице II приложения I на пересечении суммарной факторной оценки $f_{1г}$ и количественным выражением уровня первоначальной математической подготовки, т.е. на пересечении I-й строки и 2-го столбца таблицы II приложения I. С учетом структуры объекта измерения были вычислены корреляции между факторными оценками уровня сформированности глубины знаний и другими факторными оценками, характеризующими уровень сформированности ориентировочной, исполнительной и контролирующей основы умения. Результаты вычислений коэффициентов ранговой корреляции Кендэла между различными факторными оценками представлены в таблице I2 приложения I. Коэффициент Кендэла обладает свойством симметрии, т.е. $\tau_{ij} = \tau_{ji}$, что отражено стоящими на диагонали матрицы $\tau = \|\tau_{ij}\|$ единицами /см. таблицу/.

Получив количественные показатели тестирования переходим к содержательной интерпретации выделенных, главных факторов. Так, говоря о содержании факторов, определяющих уровень сформированности глубины знаний, следует отметить, что судя по высоким значениям двух коэффициентов корреляции факторной оценки /$\tau_{1г,1и}$ и $\tau_{1г,1к}$ равны 0,59I3 и 0,563 соответственно/ основными факторами являются уровень сформированности исполнительной и контролирующей части умения как обобщенного действия. Этот факт лишний раз подтверждает выдвинутую нами ранее рабочую гипотезу о том, что в основе механизма формирования глубины знаний лежит умение как

обобщенное действие. Действительно, решая различные задачи на дифференцирование функции /таблица 2 приложения I/, студент не только учится применять формулы и правила дифференцирования к решению предложенных тестовых задач, но и контролировать свое действие, то есть выявлять ошибки, допущенные при дифференцировании, что говорит об уровне сформированности обобщенного действия, то есть об уровне выполнения действия в различных условиях при сохранении намеченной цели. Тот факт, что корреляция суммарной факторной оценки f_{10}, определяющей уровень сформированности ориентировочной основы умения, оказалось не очень высокой / $\tau_{11,10} = 0{,}3558$/ говорит лишь о низком уровне подготовки обучаемых, выраженном, в частности, в отрыве содержания семинарских занятий от материала лекций по высшей математике, о чем подробно говорилось в данном параграфе. То обстоятельство, что глубина знаний во многом определяется степенью овладения обучаемым действием в процессе повседневной деятельности по решению учебных задач, подтверждается высоким значением коэффициента Кендэла / $\tau_6 = 0{,}398$/, см. таблицу II приложения I/, т.е. сильной связью первого фактора f_{11} с оценкой по математике на I-ом курсе, выставленной соответствующим педагогом, хорошо знающим обучаемых и имеющим достаточно полное представление об их возможностях в решении различных математических задач. Далее, уровень сформированности глубины знаний в немалой степени зависит и от отношения студента к математике / $\tau_6 = 0{,}507$/ и от уровня его подготовки по математике на подготовительном факультете / $\tau_6 = 0{,}376$/, где студенты проходят основы элементарной математики и знакомятся с методами решения различных задач. Интересно отметить, что уровень сформированности глубины знаний у

студентов по математике в меньшей мере определяется уровнем первоначальной подготовки тестируемого /τ_B = 0,I45/, т.е. полнотой ранее приобретенных им знаний /$\tau_{11,14}$ = 0,I25/, что опять-таки свидетельствует о том, что упомянутое качество знаний больше связано с действиями обучаемого, за пределами которых никакие знания не могут быть ни сохранены, ни усвоены, ни закреплены. Несмотря на то, что уровень подготовки обучаемого, безусловно, влияет на сформированность у обучаемого глубины знаний, данная характеристика, как явствует из таблицы 6 приложения I, в большой степени определяется уровнем сформированности полноты знаний обучаемого, о чем свидетельствуют коэффициенты корреляции f_{14} с первоначальной математической подготовкой /τ_B = 0,63I/, уровнем подготовки по смежным предметам /τ_B = 0,6II/, со степенью готовности обучаемого к обучению на основных факультетах после окончания подготовительного факультета /τ_B = 0,775/ и т.п.

Полученные значения коэффициента ранговой корреляции Кеншэла /таблица I2 приложения I/ позволяют расширить наши представления о структурных компонентах объекта измерения. Так, ориентировочная основа умения как обобщенного действия в основном зависит от знаний, которыми располагает обучаемый к моменту педагогического тестирования, о чем говорят значения коэффициента $\tau_B : \tau_{13,10}$ = 0,5I92, τ_B = 0,6668 /связь ориентировки с уровнем первоначальной математической подготовки/. Вместе с тем, исследования советских психологов, и в первую очередь, Н.Ф.Талызиной /I52, с. 85/ показали, что ориентировочная основа в принципе обеспечивает не только правильное исполнение действия, но и рациональный выбор одного из множества возможных исполнений и она существенно зависит от степени обобщения входящих в нее знаний /ориентиров/ и от полноты отражения в них условий, объективно определяющих успешность

действия. Учитывая тот факт, что в I-ом субтесте мы имеем дело со вторым типом ориентировочной основы, когда условия, необходимые для правильного выполнения действия, даны в готовом и одновременно частном виде, пригодном для ориентировки лишь в данном конкретном случае, сфера переноса обучаемым действия ограничена сходством конкретных условий его выполнения. Однако и в этом случае эффективность ориентировки существенно определяется содержанием ориентировочной основы действия, от которого во многом зависит формирование действия на этапах исполнения и контроля, о чем свидетельствуют значения корреляции между уровнями формирования различных частей действия: $r_{IO,IU} = 0,68$, $r_{IQIK} = 0,693$ /таблица I2 приложения I/.

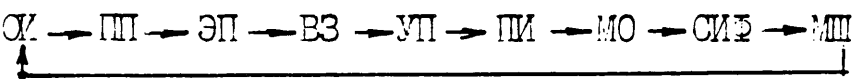
Касаясь вопроса о факторах, определяющих уровень сформированности исполнительной и контролирующей части умения как обобщенного действия, следует отметить, что обе эти переменные почти одинаково связаны с одними и теми же характеристиками обучаемых. Факт сходство обстоятельств, определяющих условия формирования как исполнительной, так и контролирующей частей действия, отражен в величине их взаимной сильной корреляции: $r_в = 0,8$. Обе переменные существенно зависят от уровня сформированности ориентировочной основы умения, полноты знания обучаемого, уровня его общематематической подготовки /соответствующие коэффициенты корреляции равны 0,68, 0,563, 0,584/. Тот факт, что преподаватели, ведущие практические занятия по математике, имеют достаточно хорошее представление о возможностях своих студентов в плане решения математических задач, подтверждается сильной корреляцией этих переменных с оценками студентов на I-ом курсе по тестируемому предмету: $r_в$ в данном случае равен 0,56I и 0,5I5 соответственно.

Коэффициенты корреляции суммарных факторных оценок с характеристиками нормативной группы обучаемых позволяют также углубить наши представления и о действии других переменных и об их влиянии на формирование у обучаемого глубины знания. Так, исследование показало, что такая переменная, как отношение тестируемого к математике на различных ступенях обучения /школа, подфак, I-й курс/ оказывает малое воздействие на уровень сформированности ОИ /см. таблицу II приложения I/. Языковой барьер также слабо связан с уровнем сформированности глубины знания, однако он дает о себе знать, когда речь идет о сформированности ориентировочной основы умения и о полноте знания обучаемых в целом / $\tau_в$ = 0,502, $\tau_в$ = = 0,439 соответственно/. Не будет преувеличением отметить, что низкие тестовые балльные оценки некоторых обучаемых обусловлены тем, что языковый барьер зачастую мешал иностранным студентам усвоить требования, предъявляемые педагогическим тестом, несмотря на попытки педагогов-экспериментаторов довести до сознания обучаемых суть проводимого тестирования и самих требований.

Из всего сказанного следует, что анализ факторных нагрузок, определяющих связь характеристик обучаемых с H_I, позволил более содержательно интерпретировать выделенный фактор H_I как фактор формирования у обучаемых ориентировочной, исполнительной и контролирующей частей умения, уровень сформированности которого по существу, отражает изучаемую нами педагогическую характеристику - глубину знаний. Безусловно, дальнейший анализ факторных структур H и F позволяет, несмотря на интерпретационные трудности, внести определенную ясность и в содержание основных факторов, вносящих наибольший вклад в общую дисперсию переменных.

Таким образом, изложенная выше методика оценки и контроля уровня сформированности предметного умения может быть схематичес-

ки теперь проиллюстрирована следующей "расширенной" схемой:



где ПИ - первичные измерения, представленные в матрице "объект-признак"; МО - математическая обработка результатов первичных измерений; СИФ - содержательная интерпретация главного фактора; МШ - метрическая шкала успешности формирования предметного умения.

Проведенное исследование показало, что содержательная интерпретация главного фактора с последующим построением интервальной метрической шкалы успешности формирования умения не только обогащает наши представления о рассматриваемом ОИ, но и позволяет внести определенную ясность как в описании характера структуры ОИ с целью уточнения наших априорных представлений об ОИ, так и в выборе и применении методов получения и обработки экспериментальных данных. Построенная нами методика позволяет выйти на решение конкретных методических задач, связанных, в основном, с применением педагогического теста в учебном процессе вуза, о чем будет подробно сказано в следующем параграфе.

О п р е д е л е н и е н а д е ж н о с т и и в а л и д н о с т и т е с т а . Отладка структурных компонентов теста строится на оценке основных критериев теста - надежности и валидности. Н а д е ж н о с т ь - крайне сложное и многогранное понятие. Одна из основных функций данного критерия - это оценка неизменности показателей тестовых заданий. В принципе можно считать, что надежность - это критерий обоснования ошибки измерения, т.к. он показывает, какая часть изменчивости показателей ошибочна. Именно с этих позиций принимается, что тест КР отвечает требованиям надежности, если коэффициент надежности $R \geqslant 0{,}8$ /107, с.146/.

Основным средством для оценки надежности педагогического

теста служит коэффициент корреляции, выступающий как количественный показатель надежности. В случае однократного тестирования одних и тех же обучаемых таким показателем является коэффициент корреляции, введенный Спирманом и Брауном /I78/ и носящий название коэффициента надежности, определяемый следующей формулой:

$$R = \frac{2\gamma}{1+\gamma} , \qquad /3.II/$$

где γ - корреляция между тестом и его половиной /коэффициент Кендэла γ /, R - корреляция между половинками теста.

Существуют и другие методы оценки надежности. Так, Л.Армор /I77/ предложил подход к определению надежности гомогенного теста по значению величины максимального собственного значения факторного решения, получаемого из матрицы корреляции между заданиями теста. Он назвал этот коэффициент θ и предложил следующую формулу для оценки надежности:

$$\theta = \frac{K}{K-1}\left(1 - \frac{1}{\lambda_1}\right) , \qquad /3.I2/$$

где K - число заданий теста, λ_1 - максимальное собственное значение первого фактора.

Формула /3.I2/, на наш взгляд, является наиболее удобным средством вычисления коэффициента надежности педагогического теста, т.к. наличие корреляционной матрицы по признакам практически всегда позволяет выделить ведущий фактор, влияющий на уровень обученности в целом.

Для определения надежности построенного нами педагогического теста нами была выбрана нормативная группа обучаемых из I5 человек. При обработке результатов тестирования была составлена матрица балльных оценок по каждому субтесту, выполненному i -м обучаемым /n = I5, m = 5/. Далее, каждая матрица была обрабо-

тана в соответствии с методикой, описанной выше /см. параграф 3.2/ с целью получения соответствующих корреляционных факторных матриц по объектам и признакам. При получении факторной матрицы F был выделен главный фактор f_{1r}, значение которого позволило найти по формуле /3.I2/ следующие значения надежности для каждого субтеста: для I-го субтеста при λ_1 = 3,097I, получаем θ_1 = 0,8464; 2-го субтеста - λ_2 = 3,5748, θ_2 = 0,9003; 3-го субтеста - λ_3 = 4,2048 и θ_3 = 0,9527. В целом коэффициент надежности всего педагогического теста равен медиане этих величин, т.е. θ = 0,9, что позволяет говорить о высоком коэффициенте надежности построенного теста.

Весьма существенным в практике педагогического тестирования является вопрос о повышении коэффициента надежности теста. Можно отметить, что надежный тест лучше различает сильных учащихся и слабых: их оценки должны быть отдифференцированы, соответственно размах результатов тестирования студентов /максимальный балл минус минимальный/ желательно иметь при прочих равных условиях достаточно большим. Так, надежность теста оказывается небольшой, если он составлен из задач с низкой дискриминационной способностью, т.е. способностью различать учащихся с весьма недостаточным уровнем обученности, о чем речь пойдет ниже.

Другой причиной недостаточно высокого уровня надежности теста может являться малое количество заданий теста /малая протяженность/. В теории тестов известно соотношение между числом заданий и надежностью. На этом основании была построена одна из формул Спирмана-Брауна /I82/, позволяющая оценить зависимость надежности теста от увеличения количества заданий теста в n раз:

$$P' = \frac{nP}{P(n-1)+1} \qquad /3.I3/$$

где P' - увеличенная надежность удлиненного теста; n - кратность увеличения количества заданий теста; P - надежность теста до улучшения.

В а л и д н о с т ь . Валидность теста характеризует возможности теста измерять то, что он должен измерять. Тест не может быть валидным, не будучи надежным /обратное утверждение не имеет места/. Для определения валидности теста выясняют связь между уровнем выполнения тестовых заданий и независимым внешним критерием той характеристики деятельности, относительно которой ведется исследование.

Для оценки валидности педагогического теста считается целесообразным рассмотреть два типа валидности: валидность по содержанию и валидность по критерию. Валидность по содержанию характеризует "степень логического соответствия содержания тестовых заданий проверяемому учебному материалу, с учетом целей, ставившихся при изучении этого материала" /88, с. 53/. Сфера тестологического исследования должна постоянно изучаться и анализироваться с тем, чтобы тест был наполнен адекватными задачами.

Валидность по критерию показывает соответствие между результатами испытуемых при выполнении тестовых заданий с их результатами по некоторому выбранному ранее критерию. В качестве критериальных оценок рассматриваются оценки опытных педагогов-экспертов, выставленные за выполнение студентами тех же заданий. Валидность теста определяется с единственной целью: оценить не только диагностические возможности теста, но и выявить индивидуальную прогностичность теста, что представляет немалый интерес с точки зрения самих форм валидности: диагностической и прогностической /51, с. 30/.

Критерием валидности для нашего педагогического теста явля-

лась степень согласованности тестовых результатов первичных измерений на примере оценок, полученных студентами при решении задач 3-го субтеста с традиционными оценками студентов, выставленными преподавателями на практических занятиях по высшей математике. С этой целью была взята I-я задача теста /таблица I приложения I/, с которой справилось большинство студентов. Коэффициент Кендэла, рассчитанный по нормативной группе тестируемых /m = 30/ был равен 0,350, что показывает согласованность результатов педагогического тестирования как с мнениями педагогов о своих студентах, так и с практическими целями обучения высшей математике в вузе.

Часто для оценки качества педагогического теста рассчитывается и другой важный показатель - д и ф ф е р е н ц и р у ю щ а я с и л а з а д а н и й теста /88, с. 56/, который характеризует, в какой степени задание теста позволяет различать большие или малые успехи учащихся по выбранному для диагностики предметному умению. Дифференцирующая сила заданий теста вычисляется по формуле:

$$d = \frac{M}{N} - \frac{m}{n} \qquad /3.14/$$

где N - число испытуемых в верхней группе, лучше других выполнивших задания теста; n - число испытуемых в нижней группе, которые хуже других выполнили задания теста; M - число испытуемых из верхней группы, выполнивших задание; m - число испытуемых из нижней группы, выполнивших данное задание.

Величина дифференцирующей силы /дискриминационной способности/ задания теста (d) может колебаться от -I до +I, при этом дифференцирующая сила заданий считается приемлемой, если $d > 0,4$. Для первой задачи согласно формуле /3.14/ $d = \frac{24}{25} - \frac{13}{34} = 0,58$;

третьей задачи - $d = 0,76$, шестой задачи $d = \frac{20}{25} - \frac{3}{34} = 0,71$, откуда видно, что задания теста достаточно отчетливо дифференцируют сильных и слабых учащихся, о чем еще свидетельствует высокое значение размаха полученных результатов: максимальный балл равен 8, минимальный балл = I. В этом плане следует заметить, что используемая в вузах четырехбалльная шкала оценок имеет малый размах результатов и, по определению, обладает низкой дифференцирующей силой, что является большим недостатком указанной шкалы.

3.3. Проверка эффективности разработанной методики и прикладные задачи педагогического тестирования

Любая методика, разработанная с целью улучшения /или совершенствования/ традиционного способа контроля знаний, умений и навыков обучаемых, должна пройти "испытание" на надежность и эффективность. Иными словами, при внедрении методики в практику вузовского обучения необходимо всегда знать, какой эффект ожидается от ее применения в учебно-воспитательном процессе вуза.

Оценка эффективности разработанной нами методики описания и диагностики качеств знаний учащихся предполагает осуществить проверку выдвинутой ранее рабочей гипотезы, согласно которой понимание психологического механизма формирования глубины знаний как педагогической характеристики умения позволяет раскрыть содержание глубины знаний, разработать средства ее измерения и, на основании результатов тестирования, улучшить методы описания качеств знаний и их диагностики в вузе.

Для использования статистических методов проверки гипотез

рабочую гипотезу следует переформулировать, причем так, как это принято в выбираемой статистической модели. Выбор адекватной модели и строгая формулировка статистической гипотезы должны производиться последовательно с учетом характера педагогического тестирования. Итак, в педагогическом тесте проверяется рабочая гипотеза о том, что оценки, выставленные учащимся по балльной /порядковой/ шкале в итоге выполнения ими заданий традиционной контрольной работы по рассматриваемому предметному умению - умению дифференцировать элементарные функции с использованием таблицы производных и правил дифференцирования,- тесно связаны с оценками уровня формирования у обучаемых глубины знаний в рамках названного умения, выставленными в соответствии с метрической /числовой/ шкалой оценок. Отсутствие такой выраженной зависимости, естественно, следует связать с несправедливостью рабочей гипотезы по крайней мере в рамках используемого диагностического теста.

Итак, пусть нулевая гипотеза H_0 утверждает независимость оценки результатов выполнения контрольной работы по дифференцированию от предлагаемой методики диагностики формирования глубины знаний в пределах указанного умения. Альтернативная гипотеза H_1 утверждает улучшение оценки результатов деятельности учащегося после применения разрабатываемой нами методики. Разумеется, на результаты педагогического эксперимента влияет большое число самых разнообразных факторов, важнейшими из которых для педагогов являются индивидуальные особенности выборочной группы учащихся. Однако, если абстрагировать представление о нормативной группе обучаемых до уровня констатации нескольких типов учащихся с присущим каждому типу вероятностным значением измеряемого параметра, то можно объяснить разброс результатов выполнения педагогического эксперимента. И если исследователь ставит своей целью

лишь строгую количественную проверку рабочей гипотезы, то и такой уровень упрощения реальной ситуации вполне допустим.

Для оценки характера и величины разброса результатов педагогического эксперимента будем считать, что наблюдаемая в эксперименте группа учащихся хорошо представляет тип гипотетического среднего учащегося с определенным статистическим разбросом показателя качества ответов учащихся в нормативной группе. Обозначим $X_1, X_2, \ldots, X_n$ и $У_1, У_2, \ldots, У_n$ оценки результатов действий обучаемых /n = I5/ соответственно при традиционном и стандартизированном контроле уровня формирования предметного умения они представлены в таблице I7 приложения I/. Учитывая, что оценки $У_1, У_2, \ldots, У_n$ есть факторные нагрузки $a_{i1}, a_{i2}, \ldots, a_{ip}$ по главному фактору H_1, где p - число наиболее значимых, основных факторов, $i = \overline{I,I5}$ /см. 3.3/, необходимо преобразовать их в терминах порядковой шкалы оценок /в соответствии с интервалом оценок $X_1, X_2, \ldots, X_n$/. Для этого весь интервал оценок $У_i$ / $i = \overline{I,I5}$/ делится на четыре равные части, образующие классы традиционных оценок: 2, 3, 4 и 5 /см. рис. 4 приложения 2/.

Для сравнения распределения традиционных X_i / $i = \overline{I, I5}$/ и экспериментальных оценок $У_i$ / $i = \overline{I, I5}$/ по вертикальной оси следует откладывать процентили /P_p/ распределения p частот, с помощью которых определяют уже относительное положение каждого обучаемого в нормативной группе /p равен отношению числа обучаемых, имеющих данную балльную оценку, к общему числу обучаемых/. На рис. 4 приложения 2 сплошной линией обозначено распределение оценок обучаемых, выставленных педагогом при традиционном контроле знаний, а пунктирной линией - распределение экспериментальных оценок, полученных в результате применения разработанной нами методики.

Исходя из представления о гипотетическом среднем по своим возможностям учащемся можно ввести две случайные величины ξ и η, значения которых представляют оценки результатов действия гипотетического учащегося в условиях традиционных и стандартизированного контроля знаний соответственно. Вероятностная модель описания педагогического явления будет полной, если задать двумерное распределение вида

$$F(x, y) = P\{\xi < x;\ \eta < y\}. \qquad /3.15/$$

знание которого позволяет однозначно ответить на любой вопрос относительно вероятностей событий, связанных с реализацией указанных величин ξ и η.

Итак, рассмотрим случайную величину $\zeta = \xi - \eta$. Поскольку нулевая гипотеза соответствует, как мы условились, слабой связи исследуемого фактора /в нашем случае - оценки обучаемого, выставленной педагогом по рассматриваемому предметному умению/ с оценкой, выставленной в итоге педагогического тестирования, то, естественно, можно считать, что характерным свойством распределения $F_1(z)$ случайной величины ζ, зависящей от $F(x, y)$ является симметрия: $F(-z) = 1 - F(z)$. При существенном положительном действии факторов должно произойти нарушение симметрии, поскольку в этом случае становится вероятным улучшение результатов выполнения заданий теста. Таким образом, нулевая гипотеза H_0 представляется моделью вида

$$F(-z) = 1 - F(z). \qquad /3.16/$$

Одним из ранговых критериев, позволяющих проверить H_0 - гипотезу симметрии, является так называемый критерий знаков /19, с. 35/, основанный на статистике S, равной числу положительных

разностей $Y_j - X_j \,/\, j = \overline{1, 15}$/. Критическая область критерия знаков определяется неравенством:

$$S \geq \frac{N}{2} + \frac{\sqrt{N}}{2} \Psi(1-\alpha) \qquad /3.17/$$

где N - число наблюдений /в нашем случае $N = 15$/, α - уровень значимости проверяемой гипотезы /41, с. 254/, а функция $\Psi(1-\alpha)$ затабулирована /33/. Принимая α равным 0,001, для критической области в нашей задаче получаем $S > 13{,}5$ /$\Psi(0{,}999) \approx 3{,}09$/, в то время как значение статистики S, вычисленное по формуле /3.17/, равно 10 /см. таблицу 17 приложения 1/. Таким образом, гипотеза симметрии должна быть отвергнута и тем самым подтверждается сильная связь оценок обучаемых, выставленных при традиционном и стандартизированном контроле знаний.

Следовательно, нулевая гипотеза H_0 отвергается в пользу альтернативной гипотезы H_1, т.е. в пользу улучшения оценки результатов деятельности учащегося после применения разрабатываемой нами методики. Более того, сравнительный анализ двух распределений, представленных на рис. 4 приложения 2, показывает, что имеющийся сдвиг вправо экспериментального распределения относительно "традиционного" распределения оценок обучаемых обусловлен не только трудностью предлагаемых заданий /см. 2.3.3/, но и особенностями системы традиционного контроля знаний, сложившейся десятилетиями в практике вузовского обучения. Дело в том, что оценки, которые выставляет педагог в рамках принятой 4-хбалльной /порядковой/ шкалы оценок, лишь частично отражают уровень формирования данного качества знаний в пределах рассматриваемого предметного умения, т.к. традиционная оценка, в лучшем случае, позволяет лишь судить об уровне подготовки студента по проверяемому учебному предмету в целом. Между тем, при стандартизированном конт-

роле знаний оценка ставится обучаемому не интуитивно, т.е. на основании личного опыта педагога, а вычисляется в ходе обработки результатов тестирования и выявления уровня сформированности рассматриваемого качества знаний как психолого-педагогической характеристики деятельности обучаемого. Тем самым данная оценка более объективно отражает уровень сформированности глубины знаний у студента по данной учебной дисциплине, в рамках рассматриваемого предметного умения.

Построенная нами методика стандартизированного контроля качеств знаний с применением педагогических тестов позволяет также перейти к решению ряда методических и дидактических задач, таких как анализ работы учащегося по тесту, с помощью которого выявляются возможности обучаемого, анализ работы по тесту группы учащихся, что позволяет проверить уровень сформированности умения, работу каждого педагога или группы педагогов на их согласованность при учете дидактических требований /например, направленность лекционного материала, цели и задачи обучения как на практических занятиях, так и в ходе самостоятельных работ и т.д./. Разработанная нами методика имеет определенную перспективу широкого использования как в учебном процессе, так и в педагогических исследованиях, хотя и не лишена определенных недостатков /например, получение неполных факторных решений, определенные трудности при интерпретации содержания основных факторов и т.д./. С помощью педагогического тестирования, проводимого по нашей методике, можно диагностировать уровень сформированности и других предметных умений, к которым относится умение интегрировать элементарные функции, используя формулы и правила интегрирования /см. таблицу I6 приложения I/. Фрагмент теста на оценку уровня

сформированности данного умения приведен в таблице 5 приложения I. Педагогическое тестирование позволяет решать и другие дидактические задачи:

I. Построение качественных и количественных шкал успешности формирования предметного умения. Ранее было отмечено, что по каждому заданию теста формируется определенное правило-предписание, выступающее, по сути дела, как некоторая качественная шкала, согласно которой каждому обучаемому ставится определенное числовое значение ω_{ij}, что заметно упрощает в практике тестирования формирование результатов первичных измерений.

В целом общий алгоритм построения качественной шкалы включает определенную последовательность этапов /см. 2.3.I/: I/ формирование экспертной группы педагогов и подбор тестовых заданий с предварительным их анализом; 2/ формирование нормативной выборки обучаемых; 3/ проведение первичных измерений и производных измерений; 4/ корректировка функции ранга и матрицы парных сравнений и построение классов эквивалентности; 5/ формулировка правил предписания; 6/ проверка правила предписания на устойчивость и выработка конечных рекомендаций.

С помощью порядковой шкалы /рис. 5 приложения 2/ появляется возможность получить качественное представление о выполнении каждого задания теста группой обучаемых и установить как отношение строгого предпочтения вида: i -й обучаемый лучше или хуже другого l-го обучаемого по ответам, данным им на j -ое тестовое задание, или отношение эквивалентности, - когда ответы обоих обучаемых считаются равноценными /в этом случае обучаемых можно отнести к одному и тому же классу/. Так, по результатам выполнения нормативной группой обучаемых I-го задания теста /см. таблицу 6 приложения I/ можно сделать определенный вывод: лучше всех выполнили за-

дания тестируемые с номерами I, 2, 5 и 7; хуже всех - с номером I5. Более того, к классу "5" можно отнести студентов с номерами I, 2, 5 и 7; к классу "4" - студентов с номерами 3, 4, I2 и I3; к классу "3" - студентов с номерами 6 и I4; к классу "2" - студентов с номерами 8, 9, I0, II и I5 /рис. 5 приложения 2/.

Педагогический тест дает возможность получить и количественное представление об уровне выполнения обучаемыми заданий теста. В отличие от качественной /порядковой/ шкалы /рис. 5 приложения 2/ количественные /метрические/ шкалы позволяют оперировать со стандартизированными данными и производить с ними различные арифметические действия, благодаря чему можно выявлять различный тип отношений между объектами, включая сравнение объектов, равенство и порядок. Так, нормированные на единицу суммарные факторные оценки по главному фактору, определяющие уровень сформированности у обучаемых глубины знаний /см. таблицу 9 приложения I/, позволяют ранжировать всех тестируемых /m = I5/ в порядке возрастания на числовой оси, являющейся метрической шкалой измерений, которую можно условно называть "шкалой уровня сформированности глубины знаний" /см. рис. 5 приложения 2/. Данная шкала, в отличие от качественной шкалы, позволяет определить не только "как", но и "на сколько" данный обучаемый отличается от другого обучаемого по своим возможностям в рамках данного теста, т.к. здесь используется уже шкала успешности формирования предметного умения. Данная метрическая шкала показывает, что у первых трех студентов почти одинаковый уровень сформированности предметного умения /$f_{ir} \approx 2{,}63$/, у следующих двух студентов оценки отличаются от оценок первых 3-х студентов на 0,6, оценки остальных 9 обучаемых почти равномерно распределены на отрезке числовой оси /рис. 5/а/ приложения 2/.

Аналогично, с учетом нормированных значений суммарных факторных оценок f_{IO}, $f_{Iп}$ и $f_{Iк}$, представленных в таблице 9 приложения I, можно построить шкалы, определяющие уровень сформированности у обучаемых ориентировочной, исполнительной и контролирующей частей умения /см. рис. 5/б-г/ приложения 2/. Следует отметить еще одно важное обстоятельство: во всех шкалах, первые три студента, которые лучше всех справились с заданиями теста, сильно отличаются от всех остальных студентов нормативной группы, которые равномерно разнесены по шкале. Характерно, что распределение обучаемых на всех трех шкалах успешности формирования умения достаточно сходны, однако, по шкале уровня сформированности контролирующей части действия /рис. 5/г/ приложения 2/ многие студенты "группировались" вокруг нескольких значений $f_{Iк}$. Что касается шкалы уровня сформированности полноты знаний /рис. 5/д/ приложения 2/, то на ней нормативная группа обучаемых как бы делится на две неравные "половины": в первой "половине" 5 обучаемых равномерно распределены на отрезке от $f_{Iп}$ = I до $f_{Iп}$ = 2,4, причем значение $f_{Iп}$ одинаково у 3-го и 4-го обучаемого. Оставшиеся студенты втеснены в интервале от $f_{Iп}$ = 0 до $f_{Iп}$ = I, причем каждые 3 обучаемых "группируются" вокруг данного значения $f_{Iп}$ /рис. 5/д/ приложения 2/.

2. Возможности проведения экспресс-оценки уровня формирования предметного умения в рамках учебной группы. Педагогическое тестирование позволяет решать и другие статистические задачи. Так, формула /3.5/, определяющая коэффициент ранговой корреляции Кендэла, позволяет найти корреляцию между целым тестом и его половиной, т.е. между всеми задачами теста и задачами с четными /или нечетными/ номерами. В этом случае, как известно, коэффициент надежности теста определяется на основании формулы Спирмана-Брау-

на /3.11/. Задача состоит в том, чтобы исследовать зависимость коэффициента надежности /R/, т.е. корреляции между половинами теста от числа тестируемых в группе /n/.

Для исследования такой зависимости $R(n)$ балльные оценки тестируемых /n = 70/ по любой из задач теста, например по 6-ой задаче /см. таблицу I приложения I/, были ранжированы в порядке убывания. Затем оценки были разбиты на 5 одинаковых страт /групп/, внутри которых результаты обучаемых были ранжированы в том же порядке. Далее, с помощью таблицы случайных чисел трижды была осуществлена 50%-ная собственно-случайная выборка внутри каждой из полученных групп оценок /страт/. В результате каждый раз мы получали выборочную группу балльных оценок тестируемых, включающую 35 оценок. Для нахождения коэффициента надежности R был поочередно вычислен коэффициент Кендэла τ между тремя полученными выборочными группами /см. параграф 3.2/, в результате чего были получены следующие значения коэффициента ранговой корреляции Кендэла τ : τ_{12} = 0,815, τ_{13} = 0,865, τ_{23} = 0,874 и соответствующие им коэффициенты надежности по формуле /3.11/: R_{12} = = 0,898, R_{13} = 0,933 и R_{23} = 0,937. Коэффициент надежности I-го субтеста был равен медиане этих величин, т.е. R = 0,933.

Затем указанная процедура была выполнена для случая 40%-ной выборки, т.е. для 28 случайно выбранных балльных оценок, что позволило получить значение R = 0,914; для 30%-ной выборки: R = 0,882; 20%-ной: R = 0,843; 15%-ной: R = 0,823 и т.д. вплоть до 4%-ой выборки, когда значение коэффициента надежности R стремилось к нулю. Зависимость коэффициента надежности R от числа тестируемых в группе (n) наглядно показана на рис 3 приложения 2.

Зависимость $R(n)$ позволяет определить минимальное число

тестируемых в нормативной группе /в нашем случае оно равно I2 человек/, тестирование которых воспроизводило бы ту же общую картину, что и в случае тестирования группы обучаемых в количестве 70 человек. Таким образом, если тестируется группа обучаемых числом меньше I2 человек, то тест постепенно теряет свою надежность и перестает быть пригодным для диагностики уровня сформированности у обучаемых глубины знаний. Наблюдаемый пик при $n = 4$ /см. рис 3 приложения 2/ объясняется особенностями балльных оценок обучаемых.

Итак, результаты педагогического тестирования открывают реальную возможность педагогу-исследователю осуществить экспресс-оценку уровня сформированности данного предметного умения по курсу высшей математики у студентов в рамках данной учебной группы. На наш взгляд, это еще раз подтверждает тот факт, что в высших учебных заведениях имеются большие возможности применения тестов при решении задач педагогической диагностики.

Результаты педагогического тестирования уровня сформированности у студентов вуза глубины знаний позволяют нам сделать следующие выводы:

I. Качественный анализ результатов педагогического тестирования показал, что ошибки, допущенные обучаемым в ходе выполнения заданий теста, обусловлены в основном незнанием действия и неовладения им в процессе деятельности. Анализ также позволил выявить степень рассогласованности практических занятий с лекционным материалом по курсу высшей математики.

2. Содержательная интерпретация результатов тестирования показала, что уровень формирования глубины знаний у студентов по высшей математике в меньшей степени определяется уровнем перво-

начальной подготовки тестируемого, т.е. полнотой ранее приобретенных им знаний. Глубина знаний в большей степени связана с овладением обучаемым ориентировочной, исполнительной и контролирующей основы умения как обобщенного действия.

3. Внедрение разработанной нами методики в практику вузовского обучения позволяет решать некоторые дидактические и методические задачи:

а/ наряду с качественными шкалами оценки уровня сформированности умения появляется возможность широкого использования количественных шкал, что позволяет определить не только как, но и насколько данный учащийся отличается от другого учащегося по уровню формирования умения;

б/ результаты проводимого нами педагогического тестирования обосновывают возможность проведения педагогом экспресс-оценки уровня формирования предметного умения у небольшой группы учащихся. Проведение экспресс-оценки позволит повысить эффективность ведения семинарских занятий, а также занятий самостоятельных работ, улучшать методы контроля знаний обучаемых и совершенствовать методику преподавания соответствующих учебных дисциплин в вузе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях перестройки системы высшего и среднего специального образования перед вузами стоит важная задача: обеспечить высокий уровень профессиональной подготовки специалистов, что, в свою очередь, выдвигает на первый план задачи повышения и совершенствования качества знаний студентов, их умений и навыков.

На основе анализа психолого-педагогической литературы и обобщения передового педагогического опыта уточнено понятие качества знаний как одно из фундаментальных понятий педагогики и раскрыт подход, на базе которого, с единых позиций, анализируются качества знаний, выявляется их содержание и ведется построение различных средств их оценки и контроля в вузе.

Рассмотрена модель содержания одного из определяющих качеств знаний - глубины знаний; раскрыт психологический механизм формирования у студентов глубины знаний как педагогической характеристики уровня сформированности умения, на основе качественной модели разработаны средства измерения глубины знаний и оценки уровня ее формирования у обучаемых.

Понимание психологического механизма формирования умения позволило создать единую, стандартизированную методику описания, оценки и диагностики качеств знаний студентов вуза, в которой увязаны в комплексе все процедурные стороны педагогического тестирования вплоть до выбора адекватных методов обработки результатов первичных измерений глубины знания. Содержательная интерпретация результатов тестирования дала возможность не только по-новому взглянуть и уточнить модель содержания объекта измерения, но и модифицировать и усовершенствовать средства измерения качеств знаний учащихся в условиях вузовского обучения.

Построенный на основании разработанной методики педагогический тест послужил научно-обоснованным, наиболее оптимальным средством выявления уровня формирования у студентов глубины знаний при изучении курса высшей математики вуза. Результаты педагогического тестирования позволили перейти к решению ряда важных дидактических задач обучения /проведение экспресс-оценки уровня формирования умения у обучаемых, построение качественных и количественных шкал измерений/ и выработать методические рекомендации по совершенствованию методики преподавания высшей математики в вузах, проведения лекционных и практических занятий, а также занятий самостоятельных работ студентов, значение которых возросло в последнее время в связи с наметившимися преобразованиями и сдвигами в системе высшего образования в стране.

Экспериментальное исследование разработанной нами методики изучения и измерения качеств знаний учащихся подтвердила научную обоснованность и справедливость научной гипотезы, положенной в основу созданного инструментария, реализация которого в практике педагогики высшей школы позволила бы существенно объективизировать принятую систему оценок знаний, умений и навыков учащихся вуза.

Разработанный нами инструментарий может служить как надежным средством для описания и оценки качеств знаний учащихся, так и методологической основой проведения педагогических исследований на основе качественного анализа педагогического явления, дополняющегося количественным анализом с применением соответствующих методов теории измерений в педагогике, математических и статистических методов получения и обработки данных в психолого-педагогических исследованиях.

Разделяя точку зрения многих исследователей в области мето-

дологии педагогики, отметим, что тесное взаимодействие педагогики и математики уже сейчас позволяет признать ведущую роль математического моделирования в решении психолого-педагогических задач. Рассматривая различные стороны приложения этого метода в педагогических исследованиях, можно констатировать тот факт, что разработка различных аспектов проблемы применения и разработки математических методов в педагогике, по существу, создает определенную методологическую основу, без которой невозможно дальнейшее становление и развитие теории педагогики высшей школы. Несомненно и другое: более высокий уровень математизации педагогических знаний ведет как к определенной перестройке понятийного аппарата /языка/ теории педагогики высшей школы, так и к широкому использованию информатики и ЭВМ. Именно в такой системе новых методов, терминологии и ЭВМ, как средства обработки информации, должно складываться и новое наше видение на общие возможности развития человека, которые позволяют не только лучше понять все стороны человеческой деятельности, но и значительно способствовать его умственному развитию, что знаменует собой уже качественный скачок исторического масштаба, так как компьютеры, во-первых, значительно расширяют границы доступа к любой информации, накапливаемой обществом, и ее оперативного использования в решении многих научно-технических задач, а, во-вторых, могут стать активным средством развития умственных способностей человека. Именно в этом плане педагогике, как мы видим, отводится уже новая роль, так как с приходом ЭВМ, по существу, возможности решения многих важных задач в области образования, обучения и педагогических исследований значительно расширяются.

Практика показывает, что уже сейчас ЭВМ активно внедряется в сферу научной деятельности педагогов-исследователей. Вместе с

тем, приходится с сожалением констатировать еще недостаточный уровень внедрения кибернетики, математики и ЭВМ в педагогику высшей школы. Данное обстоятельство связано не только и не столько с недостаточной материальной базой, сколько со слабым уровнем владения педагогами-исследователями требующимися для этого знаниями. Последние включают знакомство с основами устройства ЭВМ, принципами их работы, владения основными понятиями алгоритмического подхода к решению очень широкого класса задач, понимание возможностей алгоритмического метода и ЭВМ, знание хотя бы некоторых проблемно-ориентированных алгоритмических языков, как ФОРТРАН, АЛГОЛ, PL-I или более простых, как БЭЙСИК или преподавательский язык ПЛАНИТ.

Разработанный нами инструментарий несомненно позволит улучшить и технику проведения педагогического тестирования и диагностики различных свойств деятельности обучаемого. Однако стандартизированный контроль знаний не лишен определенных недостатков, к числу которых следует отнести получение неполных факторных решений и связанная с этим потеря части педагогической информации; определенные трудности при содержательной интерпретации факторов F и H из соответствующих факторных структур F и H; неучет многих факторов при интерпретации результатов тестирования /форма предложенных тестовых заданий, уровень их трудности, психологические условия протекания педагогического эксперимента, тревожность обучаемых, время, затраченное на выполнение заданий теста и т.д./. Вместе с тем, следует подчеркнуть, что перечисленные недочеты вызваны еще и сложностью объекта исследования, несовершенством терминологического аппарата педагогики, слабым уровнем математизации педагогических явлений и применения ЭВМ для решения ряда дидактических и методических задач обучения в вузе.

Именно поэтому проведенный нами анализ проблемы раскрытия содержания качеств знаний и разработки стандартизированных средств их оценки и контроля в вузах и ее решение отнюдь не могут считаться исчерпывающими, а полученные теоретические и практические результаты требуют дальнейшего развития и обобщения путем изучения другого качества знаний и особенностей его формирования у определенной категории обучаемых при прохождении основ другой учебной дисциплины, в рамках конкретного предметного умения. Подобное исследование, безусловно, внесет бо́льшую ясность в содержании качеств знаний и позволит усовершенствовать методы их описания и диагностики в высших учебных заведениях страны.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

I. Маркс К. Экономическо-философские рукописи I844 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Из ранних произведений. - С. 5I7-642.

2. Маркс К., Энгельс Ф. Немецкая идеология // Маркс К., Энгельс Ф. - Соч. - 2-е изд. - Т. 3. - С. 7-544.

3. Ленин В.И. Конспект книги Гегеля "Наука логики" //Полн. собр. соч. - Т. 29. - С. 77-2I8.

4. Постановление ЦК ВКП/б/ от 4.07.I936 г. о педологических извращениях в системе Наркомпросов //Народное образование в СССР. Общеобразовательная школа /сб. док. I9I7-I973 гг./. - М., I979. - С. I73-I75.

5. О реформе общеобразовательной и профессиональной школы в стране: Сб. документов и материалов. - М., I984. - II2 с.

6. Основные направления перестройки системы высшего и среднего специального образования. - М., I987. - 76 с.

7. Вопросы организации и методов исследований знаний, умений и навыков учащихся: материалы научной конференции. - М., I973. - I30 с.

8. Объективные характеристики, критерии оценки и измерения педагогических явлений и процессов: Тез. докл. УI сессии Семинара по методологии педагогики и методики педагогических исследований.- М., I973. - 420 с.

9. Проблемы и методы исследования качественных и количественных характеристик знаний, умений и навыков учащихся: Тез. докл. Всесоюзной научной конференции. - М., I976. - I50 с.

10. Аванесов В.С. Проблемы психологических тестов //Вопросы психологии. - 1978. - № 5. - С. 97-107.

11. Аванесов В.С. Тесты в социологическом исследовании. - М., 1982. - 318 с.

12. Айзенк Г. Проверьте свои способности. - М., 1972. - 176 с.

13. Ананьев Б.Г. О проблемах современного человекознания. - М., 1977. - 380 с.

14. Ананьев Б.Г. Структура развития психофизиологических функций взрослого человека //Возрастная психология взрослых. - Вып. 1. - Л., 1971. - С. 5-13.

15. Анастази А. Психологическое тестирование. Т. 1. - М., 1982. - 318 с.

16. Андрушак В.М. Научно-педагогические основы повышения качеств знаний учащихся средней школы: дис. ... канд. пед. наук. - Киев, 1970. - 228 л.

17. Архангельский С.И. Лекции по научной организации учебного процесса в высшей школе. - М., 1976. - 200 с.

18. Архангельский С.И. О технических средствах обучения высшего порядка //Психолого-педагогические проблемы обучения в высшей школе на современном этапе. - М., 1979. - С. 40-47.

19. Архангельский С.И., Михеев В.И., Перельцвайг Ю.М. Вопросы измерения, анализа и оценки результатов в практике педагогических исследований. - М., 1975. - 42 с.

20. Аткинсон Р. Человеческая память в процессе обучения. - М., 1980. - 528 с.

21. Аткинсон Р., Бауэр Г., Кроттерс Э. Введение в математическую теорию обучения. - М., 1969. - 486 с.

22. Берка К. Измерения. Понятия, теории, проблемы. - М., 1987. - 320 с.

23. Беспалько В.П. Опыт разработки и использования критериев качества усвоения знаний //Советская педагогика. - I968. - № 4.- С. 52-70.

24. Беспалько В.П. Программированное обучение. Дидактические основы. - М., I970. - 299 с.

25. Бинэ А., Симон Т. Методы изменения умственной одаренности. - Харьков, I923. - I78 с.

26. Битинас Б.П. Многомерный анализ в педагогике и педагогической психологии. - Вильнюс, I97I. - 348 с.

27. Битинас Б.П. О системном анализе психолого-педагогических данных с применением ЭВМ //Применение кибернетики в педагогике и психологии. - М., I986. - С. I00-I02.

28. Блинов В.М. Эффективность обучения. - М., I976. - I92 с.

29. Блохина Р.А. Развитие у студентов опыта самостоятельной деятельности на основе межпредметных связей. Дис. ... канд. пед. наук. - Саранск, I983. - I76 л.

30. Богоявленский Д.Н. Формирование приемов умственной работы учащихся как путь развития и активизации учения //Вопросы психологии, I962, - № 4. - С. 74-82.

3I. Богоявленский Д.Н., Менчинская Н.А. Психология усвоения знаний в школе. - М., I959. - 347 с.

32. Бойко Е.И. Еще раз об умениях и навыках // Вопросы психологии. - I957, - № I. - С. I33-I39.

33. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики.- М., I965. - 464 с.

34. Вендровская Р.Б. Разработка путей повышения качеств знаний учащихся в дидактических исследованиях //Советская педагогика. - I983, - № I2. - С. I02-I07.

35. Волкова А.Н., Орлова И.Н., Редько М.С., Кузьмин Ю.А. Методы

структурирования учебного материала, пути их применения и совершенствования //Психолого-педагогические проблемы учебной деятельности в высшей школе на современном этапе. - М., I98I. - С. II0-I2I.

36. Володин Б.В. Теоретические основы разработки и применения тестов в высшей школе: Дис. ... канд. пед. наук. - Л., I98I. - 2I4 л.

37. Выготский Л.С. Развитие высших психических функций. - М., I960. - 500 с.

38. Гальперин П.Я. К исследованию интеллектуального развития ребенка //Вопросы психологии. - I969, - № I. - С. I5-26.

39. Гальперин П.Я. Метод, факты и теории в психологии формирования умственных действий и понятий //Психология формирования понятий и умственных действий. - М., I966. - С. 38-47.

40. Гальперин П.Я. Развитие исследований по формированию умственных действий //Психологическая наука в СССР. - I959. - Т. I. - С. 44I-469.

4I. Гласс Дж., Стенли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. - М., I976. - 496 с.

42. Глушков В.М. и др. Алгебра. Языки. Программирование. - Киев, I978. - 3I9 с.

43. Гнеденко Б.В. Математическое образование в вузах. - М., I98I.- I74 с.

44. Граник Г.Г. Психологическая модель процесса формирования умения //Вопросы психологии. - I979, - № 3. - С. 56-65.

45. Григорьева З.Г. Дидактические условия совершенствования качественного анализа знаний учащихся: Дис. ... канд. пед. наук. - М., I982. - 222 л.

46. Григорьева З.Г. Проблема совершенствования качественного ана-

лиза знаний учащихся //Новые исследования в педагогических науках. - 1981. - № 2. - С. 27-28.

47. Гринева В.Н. Дидактические условия обеспечения действенности знаний учащихся: Дис. ... канд. пед. наук. - Харьков, 1984. - 174 л.

48. Гроздева В.И. Дидактические условия формирования точности знаний: Дис. ... канд. пед. наук. - Челябинск, 1971. - 200 л.

49. Громцева А.К. Формирование у школьников готовности к самообразованию. - М., 1983. - 144 с.

50. Гуд Г., Маккол Р. Системотехника. Введение в проектирование больших систем. - М., 1962. - 383 с.

51. Гуревич К.М. Психологическая диагностика. - М., 1981. - 323 с.

52. Давыдов В.В. Виды обобщения в обучении. - М., 1972. - 422 с.

53. Давыдов В.В. и др. Основные вопросы современной психологии детей младшего школьного возраста //Проблемы общей, возрастной и педагогической психологии. - М., 1978. - С. 180-205.

54. Данилов М.А. Повышение качеств знаний учащихся и предупреждение неуспеваемости. - М., 1951. - 31 с.

55. Демин М.В. Природа деятельности. - М., 1984. - 168 с.

56. Душков Б.А. Исследование системы доминирующих уровней деятельности студентов //Психолого-педагогические проблемы обучения в высшей школе на современном этапе. - М., 1978. - С. 3-31.

57. Душков Б.А., Михеев В.И. Методы многомерного анализа в оценке учебной деятельности //Психолого-педагогические проблемы обучения в высшей школе на современном этапе. - М., 1978. - С. 65-69.

58. Дэвид Г. Метод парных сравнений. - М., 1978. - 144 с.

59. Евланов Л.Г., Кутузов В.А. Экспертные оценки в управлении. - М., 1982. - 132 с.

60. Еникеев М.И. О системе приема активизации познавательной де-

ятельности учащихся //Советская педагогика. - I962. - № 7. - С. 39-45.

6I. Зинченко В.П. Методологические проблемы психологического анализа деятельности //Исследование функциональных структур познавательной деятельности. Труды ВНИИТЭ. - Вып. 8. - М., I974. - С. 5-23.

62. Зорина Л.Я. Дидактические основы формирования системности знаний у старшеклассников: Дис. ... док. пед. наук. - М., I979. - 362 с.

63. Зорина Л.Я. Системность - качество знаний. - М., I976. - 64 с.

64. Из высказываний классиков педагогики о последовательности и системности в обучении. Материал подготовлен В.А.Хрусталевой // Начальная школа. - I940. - № 7. - С. 3-9.

65. Измерение знаний при проведении массовых обследований. - М., I984. - I07 с.

66. Ильин Е.П. Умения и навыки: нерешенные вопросы //Вопросы психологии. - I986. - № 2. - С. I38-I48.

67. Ительсон Л.Б. Математические методы в педагогике и педагогической психологии. Вып. 2. - М., I968. - 56 с.

68. Кабанова-Меллер Е.Н. Психология формирования знаний и навыков у школьников. - М., I962. - 376 с.

69. Калмыкова З.И. Психологические принципы развивающего обучения. - М., I979. - 48 с.

70. Качество знаний учащихся и пути его совершенствования /Под ред. М.Н.Скаткина, В.В.Краевского. - М., I978. - 208 с.

7I. Кендэл М. Ранговые корреляции. - М., I975. - II4 с.

72. Кендэл М., Стьюарт А. Статистические выводы и связи. - М., I973. - 900 с.

73. Копнин П.В. Логические основы науки. - Киев, I968. - 283 с.

74. Кофман А., Дебазей Г. Сетевые методы планирования и их применение. - М., 1968. - 181 с.

75. Красновский Э.А. Соотношение целей обучения и требований к знаниям, умениям и навыкам учащихся //Проблемы оптимальных требований к знаниям, умениям и навыкам учащихся. - М., 1976. - С. 14-32.

76. Красновский Э.А., Коган Т.Л. Качество знаний как основа для разработки критериев оценки результатов обучения // Из опыта разработки качественных и количественных характеристик знаний, умений и навыков. - М., 1977. - С. 5-17.

77. Красновский Э.А., Коган Т.Л. Качество знаний, умений и навыков как критерий оценки учебных достижений школьников //Советская педагогика. - 1980. - № 8. - С. 47-52.

78. Красновский Э.А., Коган Т.Л., Горбачевская Н.В. Качества знаний учащихся. Дидактический анализ //Проблемы оптимальных требований к знаниям, умениям и навыкам. - М., 1976. - С. 33-50.

79. Краткий словарь по философии /Под ред. И.В.Блауберга и др. - М., 1970. - 398 с.

80. Кривошапова Р.Ф. Поэлементарный анализ как путь совершенствования проверки знаний учащихся: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. - М., 1977. - 18 с.

81. Кривошапова Р.Ф. Совершенствование массовой проверки с помощью поэлементарного анализа //Труды НИИ СиМО АПН СССР. - М., 1979. - С. 43-53.

82. Крутецкий В.А. Психология математических способностей школьников. - М., 1968. - 431 с.

83. Кудрявцев В.А., Демидович Б.П. Краткий курс высшей математики. - М., 1986. - 576 с.

84. Кудрявцев Л.Д. Современная математика и ее преподавание. -

М., I985. - I76 с.

85. Кулибаба И.И. Важнейшие направления совершенствования проверки и оценки знаний, умений и навыков //Вопросы совершенствования проверки и оценки знаний, умений и навыков. - М., I975. - С. I-I0.

86. Кулибаба И.И. О разработке требований к знаниям, умениям и навыкам //Вопросы организации и методов исследования знаний, умений и навыков. - М., I973. - С. 3-I5.

87. Кулибаба И.И., Красновский Э.А., Коган Т.Л. Дидактический анализ качества знаний учащихся //Проблемы и методы исследования качественных и количественных характеристик знаний, умений и навыков. - М., I976. - С. 5-I7.

88. Левин А.В. Вопросы оценки качества контрольных работ //Проблемы педагогической квалиметрии. Вып. I. - М., I974. - С. 5I-64.

89. Леонтьев А.А. Психологические аспекты личности и деятельности //Иностранные языки в школе. - I974. - № 5. - С. 80-86.

90. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. - М., I975. - 304 с.

9I. Леонтьев А.Н. Проблемы развития психики. - М., I972. - 572 с.

92. Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения. - М., I98I. - I86 с.

93. Лернер И.Я. Качества знаний и их источники //Новые исследования в педагогических науках. - М., I977. - № 2. - С. I6-2I.

94. Лернер И.Я. Качества знаний - пути их определения и обеспечения //Результаты новых исследований в педагогике. - М., I977. - С. 53-6I.

95. Лернер И.Я. Качества знаний учащихся. Какими они должны быть? - М., I978. - 47 с.

96. Логика и проблемы обучения. - М., I977. - 2I5 с.

97. Ломов Б.Ф. К проблеме деятельности в психологии //Психологи-

ческий журнал. - 1981. Т. I. - № 5. - С. 3-22.

98. Ломов Б.Ф. Методологические и теоретические проблемы психологии. - М., 1985. - 444 с.

99. Ломпшир И. Параметры качества знаний //Семинар по методологии педагогики и методики педагогических исследований. - УI сессия. Доп. материалы. - М., 1973. - С. 3-8.

100. Лурия А.Р. Язык и сознание. - М., 1979. - 319 с.

101. Маликов С.Ф. Основы метрологии. - Ч. I. - М., 1949. - 480 с.

102. Машбиц Е.И. Компьютеризация обучения: проблемы и перспективы. - М., 1986. - 80 с.

103. Меняйло И.Л. Основные законы материалистической диалектики. - М., 1973. - 128 с.

104. Методы системного педагогического исследования /Под ред. Н.В.Кузьминой. - Л., 1980. - 172 с.

105. Мизинцев В.П. Пути исследования проблем качественной оценки эффективности учебного процесса //Советская педагогика. - 1979. - № 9. - С. 75-82.

106. Михеев В.И. Методика получения и обработки экспериментальных данных в психолого-педагогических исследованиях. - М., 1986. - 84 с.

107. Михеев В.И. Моделирование и методы теории измерений в педагогике. - М., 1987. - 200 с.

108. Михеев В.И., Кокотушкин В.А. Об одном подходе к оценке информативности тестовых заданий //Психолого-педагогические проблемы обучения в высшей школе на современном этапе. - М., 1979. - С. 77-83.

109. Михеев В.И., Кокотушкин В.А., Штурнев А.А. Исследование внутренних характеристик учебной деятельности методом педагогического теста //Психолого-педагогические проблемы учебной дея-

тельности в высшей школе на современном этапе. - М., I982. - С. 65-75.

II0. Михеев В.И., Кокотушкин В.А., Штурнев А.А. Оценка связи между психолого-педагогическими признаками путем упорядочения их по предпочтениям //Псих.-пед. проблемы учебной деятельности в высшей школе на современном этапе. - М., I98I. - С. 88-I02.

III. Многомерный статистический анализ в социально-экономических исследованиях. - М., I980. - 22I с.

II2. Можаева Н.А. Дидактические основы обеспечения в школе прочности знаний: Дис. ... канд. пед. наук. - Харьков, I980. - I85 л.

II3. Монтоев В.Г., Банков С.А. Мотив как интегральный побудитель и регулятор деятельности //Мотивация учебной деятельности. - Новосибирск, I983. - С. II-2I.

II4. Морозов Г.М. Проблема формирования умений, связанных с применением математики: Дис. ... канд. пед. наук. - М., I978. - I50л.

II5. Налимов В.В., Голикова Т.И. Логические основы планирования эксперимента. - М., I976. - 72 с.

II6. Нечаев Н.Н. Психолого-педагогические аспекты подготовки специалистов в вузе. - М., I985. - II3 с.

II7. Ноаман Мухаммед Салех. К вопросу об оценке качеств знаний обучаемых как характеристик учебной деятельности / Ноаман Мухаммед Салех: Университет дружбы народов. - М., I986. - 4 с. - Деп. в ВИНИТИ 25.09.86, № 6850.

II8. Ноаман Мухаммед Салех. Педагогическое тестирование в оценке качеств знаний студентов вуза /Ноаман Мухаммед Салех: Университет дружбы народов. - М., I987. - 4 с. - Деп. в ВИНИТИ 29.I2.87, № 9I5I.

II9. Ноаман Мухаммед Салех, Михеев В.И., Кокотушкин В.А. Качества знаний учащихся и стандартизированные средства их оценки и конт-

роля //Среднее специальное образование. - I988. - № . - С.

I20. Ноаман Мухаммед Салех, Михеев В.И., Кокотушкин В.А. Методика обработки результатов измерений в психолого-педагогических исследованиях //Применение математических методов и ЭВМ в педагогических исследованиях /межвузовский сборник научных трудов/. - I988 /в печати/.

I2I. Огорелков В.И. Основные направления исследования проблемы измерения качеств знаний учащихся //Проблемы педагогической квалиметрии. Вып. I. - М., I973. - С. 4-27.

I22. Огорелков В.И. Проблемы измерения и оценки качеств знаний учащихся //Советская педагогика. - I975. - № I2. - С. 23-30.

I23. Огородников И.Т. Сравнительное изучение эффективности отдельных методов обучения в школе //Оптимальное усвоение учащимся знаний и сравнительная эффективность отдельных методов обучения в школе. - М., I972. - С. 6-7.

I24. Окунь Ян. Факторный анализ. М., I974. - I99 с.

I25. Основы педагогики и психологии высшей школы /Под ред. А.В.Петровского. - М., I986. - 304 с.

I26. Павлов И.П. Собр. соч. - М., Л., I95I.

I27. Педагогика школы /Под ред. Г.А.Щукиной. - М., I977. - 382 с.

I28. Педагогический словарь. Т. I. - М., I960. - 775 с.

I29. Подберезин И.М. Знания и их усвоение //Пути повышения уровня усвоения знаний в школе. - Калинин, I973. - С. 3-22.

I30. Полонский В.М. Дидактические вопросы оценки системы знаний: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. - М., I970. - I6 с.

I3I. Психодиагностические методы. - Л., I976. - 248 с.

I32. Психологические измерения /Под ред. Л.Д.Мешалкина. - М., I967. - I96 с.

I33. Пфанцагель И. Теория измерений. - М., I976. - 248 с.

I34. Рейтман У. Познание и мышление. Моделирование на уровне информационных процессов. - М., I968. - 400 с.

I35. Розенберг Н.М. Проблемы измерений в дидактике. - Киев, I979. - I75 с.

I36. Рубинштейн С.Л. Проблемы общей психологии. - М., I973. - 427 с.

I37. Рузавин Г.И. Методы научного исследования. - М., I974. - 237 с.

I38. Самарин Ю.А. Очерки психологии ума. Особенности умственной деятельности школьников. - М., I962. - 594 с.

I39. Сатаров Г.А. Об описании отношений в теории измерений // Проблемы педагогической квалиметрии. - М., I975. - С. I74-I79.

I40. Сатаров Г.А. Системный подход к измерению знаний учащихся // Применение кибернетики в педагогике и психологии. - М., I986. - С. II2-II7.

I4I. Сборник задач по математике для втузов /Под ред. А.В.Ефимова, Б.П.Демидовича. - М., I98I. - 367 с.

I42. Себровкина К.В., Кулагин В.Г. Вариационные ряды и их характеристики. Выборочный метод. - М., I966. - 79 с.

I43. Сеченов И.М. Избранные произведения. - Т. I. - М., I952. - 772 с.

I44. Скаткин М.Н. Современные проблемы дидактики в свете ленинской теории отражения //Советская педагогика. - I970. - № 5. - С. 27-35.

I45. Скаткин М.Н. Формализм в знаниях учащихся и пути его преодоления. - М., I947. - 64 с.

I46. Смирнов А.А. Психология запоминания. - М., Л., I948. - 328 с.

I47. Сохор А.М. Логическая структура учебного материала. Вопросы дидактического анализа. - М., I974. - I92 с.

I48. Стивенс С. Математика, измерение и психофизика //Экспериментальная психология. - Т. I. - М., I980. - С. 9-89.

I49. Суппес П., Зинес Дж. Основы теории измерений //Психологические измерения. - М., I967. - С. 9-II0.

I50. Талызина Н.Ф. Теоретические основы программированного обучения. - М., I968. - I04 с.

I5I. Талызина Н.Ф. Теоретические проблемы программированного обучения. - М., I969. - I33 с.

I52. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний /психологические основы/. - 2-е изд., доп. и перераб. - М., I984. - 345 с.

I53. Теоретические основы содержания общего среднего образования /Под ред. В.В.Краевского, И.Я.Лернера. - М., I983. - 352 с.

I54. Теплов Б.М. Проблемы индивидуальных различий. - М., I96I. - 536 с.

I55. Томас К. и др. Перспективы программированного обучения. - М., I966. - 247 с.

I56. Травинский В.И. О разработке уровнево-вероятностных критериев //Вопросы организации и методов исследования знаний, умений и навыков учащихся. - М., I973. - С. 24-32.

I57. Травинский В.И. Уровни знаний и критерии их усвоения: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. - М., I970. - 22 с.

I58. Турбович Л.Т. Информационно-семантическая модель обучения. - Л., I970. - I77 с.

I59. Уемов А.И. Логические основы метода моделирования. - М., I97I. - 3II с.

I60. Университет дружбы народов им.Патриса Лумумбы. 25 лет. Справочник. - М., I985. - I40 с.

I6I. Усова А.В., Завьялов В.В. Некоторые пути совершенствования

проверки знаний и умений учащихся //Проблемы и методы исследования качественных и количественных характеристик и требования к качеству знаний учащихся. - М., 1976. - С. 41-45.

162. Упакова М.А. Дидактические требования к комплексу заданий для формирования системности знаний учащихся: Дис. ... канд. пед. наук. - М., 1977. - 186 л.

163. Фридман Л.М. О корректном применении статистических методов в психолого-педагогических исследованиях //Советская педагогика. - 1971. - № 3. - С. 64-74.

164. Фридман Л.М. Психолого-педагогические основы обучения математике в школе. - М., 1983. - 160 с.

165. Фридман Л.М., Турецкий Е.Н. Как научиться решать задачи. - 2-е изд., доп. и перераб. - М., 1984. - 175 с.

166. Харман Г. Современный факторный анализ. - М., 1972. - 485 с.

167. Чебышева В.В. Психология трудового обучения. - М., 1969. - 303 с.

168. Человек и вычислительная техника /Под ред. В.М.Глушкова. - Киев, 1971. - 294 с.

169. Шадриков В.Д. Психологический анализ деятельности. - Ярославль, 1979. - 91 с.

170. Шапиро С.И. От алгоритмов к суждениям. Эксперимент по обучению математического мышления. - М., 1973. - 287 с.

171. Шаповаленко С.Г. О качестве знаний по химии //Химия и жизнь. - 1939. - № 5. - С. 35-59.

172. Швырев В.С. Научное познание как деятельность. - М., 1984. - 232 с.

173. Шульман А.Я. Вопросы методики разработки и оценки качества тестов для контроля знаний учащихся: Дис. ... канд. пед. наук. - М., 1969. - 289 л.

I74. Экспериментальная психология /Под ред. А.Н.Леонтьева. Вып.I.-2. - М., I966. - 429 с.

I75. Эльконин Д.Б. Психология обучения младшего школьника. - М., I974. - 63 с.

I76. Ядов В.А. Социологическое исследование: Методология, программы, методы. - М., I987. - 247 с.

I77. Armor D. θ - reliability and factor scaling // Socialogical Methodology , Costner H.L (Ed.) I973 - I974 - S.F: Jossey - Bass Pull , I974. - p. I7 - 50.

I78. a) Brawn W. Some experimental results in the correction of mental abilities. Brit , J.Psychology . - I9I0. - No 2.- p. 296-322.

b) Spearman C. Correlation calculated from faulty data. Brit . I9I0. - No 2. - p. 27I - 295.

I79. Dahlstorm W. , Welsh G. An MMPI handbook - Minneapolis - Minnesota , I960 . - 559p.

I80. Green D. , Ford N. Measurement and Piaget . - N.Y. McGraw. Hill , I97I. - 283p.

I8I. Green V. A note of thete reliability and metric inveriance // Social Methods and Results . - I977. - Vol. 6. - No I.-p.I23.

I82. Gulliksen H. Theory of mental tests. - N.Y., Wiley, London. I950. - No I. - I86p.

I83. Kuder G. , Richardson M. The theory of estimation of test reliability // Psychometrica , I937. - V.2.-No3.- p. I5I - I60.

I84. Phillips B. Social Research. Strategy and Tactics. - N.Y., Macmillan , London, I976. - 365p.

I85. Spearman C. The proof and measurement of association between two things. American J. Psychology . - I904.-No I5. - p. 72-I0I.

I86. Thorndike E. An introduction to the theory of mental and Social measurement . - 2d.ed. - Columbia, - I922. - 227p.

I87. Thurstone L. Multiple - factor analysis , a devlopment and expansion of " The Vectors of mind ". - Chicago, I947. - 535p.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Таблица I

Фрагмент I-го субтеста для оценки уровня сформированности у студентов ориентировочной основы умения дифференцировать элементарные функции

ФАМИЛИЯ

ГРУППА

СТРАНА

О Т В Е Т Ь Т Е Н А В О П Р О С Ы :

З а д а ч и	Какие правила дифференцирования используются?	Какие формулы таблицы производных используются?
Образец: $Y=X^2-5$	$Y=U\pm V\Rightarrow Y=U'\pm V'$	I/ $Y=X^n\Rightarrow Y'=nX^{n-1}$ 2/ $Y=C\Rightarrow Y'=0$
I. $Y=X^2-2X+5$		
2. $Y=3X\sin X+$ $+X^2\cos X$		
3. $Y=2X^3\ln X$		
...	...	...
6. $Y=\sqrt{\frac{2-5X^2}{1+2X}}$		

Таблица 2

Фрагмент 2-го субтеста для оценки уровня сформированности у студентов исполнительной части умения дифференцировать элементарные функции

ФАМИЛИЯ

ГРУППА

СТРАНА

З а д а ч и	Найти производную	Ответ
1. $Y = X^2 - 2X + 5$		
2. $Y = 3X \sin X + X^2 \cos X$		
3. $Y = 2X^3 \ell n X$		
...	...	...
6. $Y = \sqrt{\frac{2-5x^2}{1+2X}}$		

Таблица 3

Фрагмент 3-го субтеста для оценки уровня сформированности у студентов контролирующей части умения дифференцировать элементарные функции

ФАМИЛИЯ

ГРУППА

СТРАНА

З а д а ч и	Выбрать способ проверки /подчеркнуть/	Сделать проверку
1. $Y=X^2-2X+5$	1. Выполнить действие, обратное дифференцированию 2. Повторить действие 3. Проверки нет	
2. $Y=3X\sin X+X^2\cos X$	1. Выполнить действие, обратное дифференцированию 2. Повторить действие 3. Проверки нет	
3. $Y=2X^3\ln X$	1. Выполнить действие, обратное дифференцированию 2. Повторить действие 3. Проверки нет	
...	...	...
6. $Y=\sqrt{\frac{2-5x^2}{1+2X}}$	1. Выполнить действие, обратное дифференцированию 2. Повторить действие 3. Проверки нет	

Таблица 4

Фрагмент педагогического теста для оценки уровня сформированности полноты знаний у студентов по курсу высшей математики

ФАМИЛИЯ

ГРУППА

СТРАНА

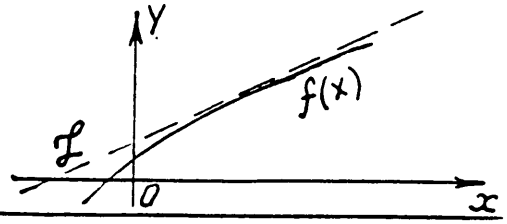
№№	Ответьте на вопросы:
I.	Допишите правую часть $\lim\limits_{x\to a}[f_1(x)\pm f_2(x)]=\dots$
2.	Допишите правую часть $(\ln x)'=\dots$
3.	Как называется $\{a_n\}$, если выполняется условие $a_n=a_{n-1}\cdot q\,(n\geq 2)$ при $q=const\ и\ q\neq 1$?
4.	Дана точка $M(X,Y)$. Как называется пара X и Y?
5.	Допишите правую часть $(\log_a x)'=\dots$
6.	Как называется прямая $\mathcal{L}$, которая показана на рисунке? 
7.	Как называется точка a в записи $\int_a^b f(x)dx$?
..	.....
I80.	Как называется $f(x)\,dx$ в записи $\int_a^b f(x)\,dx$?

Таблица 5

Фрагмент теста для оценки уровня сформированности у студентов умения интегрировать элементарные функции

ФАМИЛИЯ

ГРУППА

СТРАНА

Р е ш и т е н е м е н е е 3 - х з а д а ч !

З а д а ч а	I-й субтест Свойства, правила, формулы, которые используются при решении задачи	2-й субтест найти интегралы	3-й субтест сделать проверку
I. $\int 3x^4 - 8x + 2$			
2. $\int \left(\frac{2}{x} + \frac{4}{x^2}\right) dx$			
...	...	...	...
5. $\int x \ln x \, dx$			

Таблица 6

Матрица результатов первичных измерений уровня сформированности у нормативной группы обучаемых /n = I5/ умения дифференцировать элементарные функции

Объект \ Признак	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5
I	4	3	2	I	4	2	0	2	I	2	2	I	2	0	0
2	4	3	2	2	4	2	2	0	0	2	2	2	0	0	0
3	3	I	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4	3	4	2	2	4	2	2	2	I	2	2	2	2	2	2
5	4	I	I	0	2	0	0	I	0	0	0	0	0	0	0
6	2	I	0	0	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	I
8	I	0	I	I	3	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0
9	I	0	I	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I0	I	0	I	I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	I	0	I	0	I	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I2	3	2	0	0	3	2	I	0	0	0	0	0	0	0	0
I3	3	0	I	I	3	2	2	0	0	0	2	2	0	0	0
I4	2	0	2	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
I5	0	I	I	0	3	2	I	2	I	0	2	0	I	I	0

Таблица 7

Факторная структура F /по объектам/

Фактор / Признак	F_1	F_2	...	F_{10}
I	0,7586	-0,3986	...	-0,0I56
2	0,9078	-0,I756	...	-0,0052
3	0,7I93	0,5760	...	-0,0I05
4	0,755I	-0,4239	...	0,0II2
5	0,8262	-0,20II	...	0,0II2
6	0,8I05	-0,3598	...	0,0000
7	0,7526	0,3650	...	0,007I
8	0,7904	-0,0089	...	0,0064
9	0,6679	0,7622	...	0,0025
I0	0,6679	0,0025	...	0,0025
II	0,8492	-0,0468	...	0,0II6
I2	0,7957	-0,532I	...	-0,0048
I3	0,77I6	-0,0409	...	0,0070
I4	0,866I	0,I655	...	-0,0I27
I5	0,I5I2	-0,6942	...	0,0028
Абсолютный вклад F_i в общую дисперсию признаков	8,7068	3,2765	...	0,0009
Относительный вклад F_i в общую дисперсию признаков P_K,/%/	58,00	2I,84	...	0,006

Таблица 8

Факторная структура $\hat{H}$ /по признакам/

Фактор / Признак	H_I	H_2	...	H_9
I	0,5670	-0,439I	...	0,4585
2	0,7470	-0,0670	...	-0,0955
3	0,8764	0,0I50	...	-0,0425
4	0,7564	-0,II37	...	-0,0244
5	0,6726	-0,5904	...	0,0342
6	0,6889	-0,389I	...	0,0480
7	0,7624	-0,3I82	...	-0,0407
8	0,8366	0,4260	...	0,048I
9	0,909I	0,3883	...	-0,080I
I0	0,9772	-0,8320	...	-0,0276
II	0,8826	-0,I702	...	-0,0I69
I2	0,9237	-0,25I2	...	0,0I27
I3	0,9295	0,33I8	...	0,0496
I4	0,86I3	0,4848	...	-0,0454
I5	0,8744	0,3489	...	0,I504
Абсолютный вклад H_i в общую дисперсию признаков	I0,2II7	2,3968	...	0,0563
Относительный вклад H_i в общую дисперсию признаков P_K,/%/	68,II	I5,9I	...	0,38

Таблица 9

Оценочные характеристики нормативной группы обучаемых /n = 15/ и суммарные факторные оценки по главному фактору

Параметр / Признак	Оценочные характеристики обучаемых							
	Первоначальная математическая подготовка	Отношение к математике			Оценки по математике		Оценка по физике	Оценка по русскому языку
		в школе	на подфаке	на I-м курсе	на подфаке	на I-м курсе		
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	3	2	1	1	5	8	5	-
2	3	2	2	1	5	6	4	-
3	3	1	2	1	5	5	4	-
4	3	2	2	1	5	10	5	5
5	3	1	2	0	5	7	4	5
6	3	1	2	0	4	2	4	-
7	2,5	1	2	1	5	2,5	3	3
8	1	2	2	1	4	5	3	3
9	3	1	2	0	4	4	4	-
10	2	1	1	1	3	2	4	-
11	2,5	2	2	1	3	5	2	5
12	2	2	2	1	4	4	3	4
13	1	0	2	1	3	6	2	3
14	2	2	2	1	3	6	3	2
15	2,5	1	2	1	3	3,5	3	4

Продолжение таблицы 9

Параметр / Признак	Суммарные факторные оценки по I-му фактору				
	$f_{I\Pi}$	$f_{I\Gamma}$	f_{IO}	$f_{IИ}$	f_{IK}
	9	I0	II	I2	I3
I	2,3995	I,9753	4,362	2,0923	2,I795
2	I,884	I,854	3,82	2,355	I,952
3	I,480I	2,584	3,547	I,672	I,078
4	I,47	2,65	3,9	2,36	2,I8
5	I,I4	0,60	3,8	I,35	0,835
6	0,82	0,2	2,04	0,24	0,0
7	0,75	2,63	I,25	I,37	0,86
8	0,68	0,63	I,0I	0,0	0,0
9	0,43	0,2I	2,3	0,848	0,0
I0	0,32	0,22	0,77	0,0	0,0
II	0,32	0,34	0,77	0,0	0,0
I2	0,27	0,72	2,6	0,84	0,83
I3	0,07	I,I6	0,77	0,42	0,0
I4	0,0I	0,9I	I,5I	0,42	0,4I
I5	0,0	I,46	2,6	0,63	0,0

Таблица 10

Расчет показателя S для нормативной группы обучаемых /n = 15/

№ учащегося в матрице W	Значение признака y_1	Значение признака y_2	№ учащегося по рангу признака y_1	Ранг признака R_{y_1}	Ранг признака R_{y_2}	S_i
1	1,97	3	4	1	4	8
2	1,85	3	5	2	9	-1
3	2,58	3	3	3	4	7
4	2,64	3	1	4	4	7
5	0,60	3	11	5	4	7
6	0,20	3	15	6	9	2
7	2,63	2,5	2	7	14,5	-7
8	0,63	1	10	8	12	-3
9	0,21	3	13	9	12	-3
10	0,21	2	14	10	14,4	-5
11	0,34	2,5	12	11	4	2
12	0,72	2	9	12	9	-1
13	1,16	1	7	13,5	4	0
14	0,91	2	8	13,5	12	-1
15	1,46	2,5	6	15	4	0
Итого:						S = 12

Таблица II

Коэффициенты корреляции r_{ij} между суммарными факторными оценками и каждой из оценочных характеристик нормативной группы обучаемых

Факторные оценки / Характеристики	Суммарные факторные оценки по главному фактору				
	$f_{1п}$	$f_{1г}$	$f_{1о}$	$f_{1и}$	$f_{1к}$
Уровень первоначальной математической подготовки	0,631	0,145	0,667	0,584	0,466
Отношение к математике:					
- в школе	0,173	-0,06	0,235	0,139	0,362
- на подготовительном факультете	-0,173	0,06	-0,06	-0,118	-0,11
- на первом курсе	-0,131	0,507	-0,09	0,034	0,24
Оценка по математике:					
- на подготовительном факультете	0,775	0,376	0,672	0,654	0,706
- на первом курсе	0,269	0,398	0,428	0,561	0,516
Оценка по физике	0,611	0,111	0,655	0,455	0,388
Оценка по русскому языку	0,439	-0,125	0,502	0,287	0,172

Таблица 12

Коэффициенты корреляции r_{ij} между суммарными факторными оценками по главному фактору

	$f_{1п}$	$f_{1г}$	$f_{1о}$	$f_{1и}$	$f_{1к}$
$f_{1п}$	1,0000	0,125	0,5192	0,4829	0,563
$f_{1г}$	0,125	1,0000	0,3558	0,5913	0,563
$f_{1о}$	0,5192	0,3558	1,0000	0,68	0,693
$f_{1п}$	0,4829	0,5913	0,68	1,0000	0,8
$f_{1к}$	0,563	0,563	0,693	0,8	1,0000

Таблица I3

Содержание курса высшей математики

№№	Наименование и содержание темы	Объем в часах
I.	Введение. Простейшие задачи аналитической геометрии на плоскости. Ось и отрезки на оси. Координаты точки на прямой. Декартовы прямоугольные координаты на плоскости. Проекции отрезка на оси координат. Расстояние между двумя точками.	2
2.	Линии второго порядка. Общее уравнение прямой. Уравнение прямой с угловым коэффициентом. Уравнение прямой, если задан угловой коэффициент и точка М на прямой. Уравнение прямой линии, если заданы координаты двух точек на прямой. Общее уравнение прямой линии. Угол между двумя прямыми линиями. Условие параллельности и перпендикулярности двух прямых.	4
3.	Введение в анализ. Понятие функции. Графики элементарных функций. Числовая последовательность. Свойства числовой последовательности. Прогрессия: свойства и вывод формул.	9
4.	Предел функции. Основные теоремы о пределах функции. Два замечательных предела. Бесконечно малые и бесконечно большие величины. Непрерывность функции. Геометрический и механический смысл производной. Производная высших порядков. Дифференциалы первого порядка. Приближенные вычисления функции в точке с помощью дифференциала.	6

Продолжение таблицы I3

№№	Наименование и содержание темы	Объем в часах
5.	Приложения производной. Уравнения нормали и касательной. Правило Лопиталя раскрытия неопределенностей. Экстремумы функции одного аргумента. Направление вогнутости. Точки перегиба. Асимптоты. Построение графиков функций по характерным точкам.	6
6.	Неопределенный интеграл. Непосредственное интегрирование. Метод постановки. Интегрирование по частям. Простейшие интегралы, содержащие квадратный трехчлен. Интегрирование рациональных функций.	4
7.	Определенный интеграл. Определенный интеграл как предел суммы. Вычисление определенных интегралов с помощью неопределенных. Замена переменной в определенном интеграле. Интегрирование по частям. Вычисление площадей плоских фигур с помощью определенного интеграла.	2

Таблица I4

Описание пакета программных модулей для ЭВМ М 4030

п/п	Название модуля	Назначение модуля
I.	C II859	Организующая программа; описание размерности массивов; ввод данных; счет по программе C II85X
2.	C II85B	Ввод исходных данных: максимальный балл, число строк, число столбцов в матрице исходных данных оценки по К-балльной шкале.
3.	C II85C	Подготовка исходных данных для обращения к стандартной подпрограмме CORRE; вычисление факторной матрицы, используя стандартные подпрограммы
4.	C II85D	Вычисление и коррекция матрицы интегральных оценок
5.	C II85F	Вычисление К-собственных значений и факторной матрицы размерности МхК
6.	C II85C	Нормирование и преобразование значений случайной величины
7.	C II85H	Статистический анализ редуцированной матрицы интегральных оценок
8.	C II85K	Вычисление коэффициента ранговой корреляции в случае связанных рангов
9.	C II85M	Вывод на печать текстовой информации
I0.	C II85O	Поиск однородных столбцов или строк и устранение однородности в матрице исходных данных
II.	C II85P	Вывод на печать цифровой информации в формате, заданном в подпрограмме Р
I2.	C II85T	Вычисление факторной матрицы, используя поправочную корреляционную матрицу по схеме, описанной в подпрограмме С II85T
I3.	C II85Z	Вычисление статистических характеристик случайной величины в терминах нормального распределения
I4.	C II85X	Перевод качественной шкалы измерений объектов и признаков в метрическую шкалу измерений качественных признаков

Таблица I5

Таблица производных и правила дифференцирования

Таблица производных:

I. $(x^n)' = nx^{n-1}$

2. $(\sqrt{x})' = 1/2\sqrt{x}$

3. $(\sin x)' = \cos x$

4. $(\cos x)' = -\sin x$

5. $(\operatorname{tg} x)' = 1/\cos^2 x$

6. $(\operatorname{ctg} x)' = -1/\sin^2 x$

7. $(\ln x)' = 1/x$

8. $(e^x)' = e^x$

9. $(\log_a x)' = \frac{1}{x} \ln a$

I0. $(\arcsin x)' = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$

II. $(\arccos x)' = -1/\sqrt{1-x^2}$

I2. $(\operatorname{arctg} x)' = 1/1+x^2$

I3. $(\operatorname{arcctg} x)' = -\frac{1}{1+x^2}$

Правила дифференцирования:

I. $(U \pm V)' = U' \pm V'$

2. $(U \cdot V)' = U' \cdot V + UV'$

3. $(U/V)' = (U'V - UV')/V^2$

4. $(CU)' = C \cdot U'$

5. $(C') = 0, C = const$

6. Производная сложной функции

$y = f(u)$, где $u = \varphi(x)$

$\Rightarrow y' = f'(u)\ u'(x)$.

Таблица I6

Таблица интегралов и правила интегрирования

Таблица интегралов:

I. $\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C$

2. $\int \frac{dx}{x} = \ln|x| + C$

3. $\int a^x dx = \frac{a^x}{\ln a} + C$

4. $\int e^x dx = e^x + C$

5. $\int \sin x\, dx = -\cos x + C$

6. $\int \cos x\, dx = \sin x + C$

7. $\int dx/\cos^2 x = \operatorname{tg} x + C$

8. $\int \frac{dx}{\sin^2 x} = -\operatorname{ctg} x + C$

9. $\int \frac{dx}{1+x^2} = \begin{cases} \operatorname{arctg} x + C \\ -\operatorname{arcctg} x + C \end{cases}$

I0. $\int \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} = \begin{cases} \arcsin x + C \\ -\arccos x + C \end{cases}$

Правила интегрирования:

I. $\int k f(x)\, dx = k \int f(x)\, dx$

2. $\int [f_1(x) \pm f_2(x)]\, dx = \int f_1(x)\, dx \pm \int f_2(x)\, dx$

3. $\int F(U) \cdot U'(x)\, dx = \int F'(u)\, du$, где $U = \varphi(x)$

4. $\int u\, dv = uv - \int v\, du$

Свойства неопределенного интеграла:

I. $\left(\int f(x)\, dx\right)' = f(x)$

2. $d\left(\int f(x)\, dx\right) = f(x)\, dx$

3. $\int dF(x) = F(x) + C$

Таблица I7

Оценки нормативной группы обучаемых /n = I5/, полученные при традиционном и стандартизированном контроле уровня сформированности предметного умения

Оценки / Обучаемые	Традиционный контроль /X/	Стандартизированный контроль /Y/		$y_i - x_i$
		по метрической шкале	по порядковой шкале	
I	4	0,57	2	-2
2	3	0,75	3	0
3	3	0,88	4	+I
4	5	0,76	3	-2
5	4	0,76	3	-I
6	2	0,69	2	0
7	2	0,76	3	+I
8	3	0,84	4	+I
9	2	0,9I	5	+3
I0	2	0,98	5	+3
II	3	0,85	4	+I
I2	3	0,92	5	+2
I3	3	0,93	5	+2
I4	3	0,86	4	+I
I5	3	0,87	4	+I

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

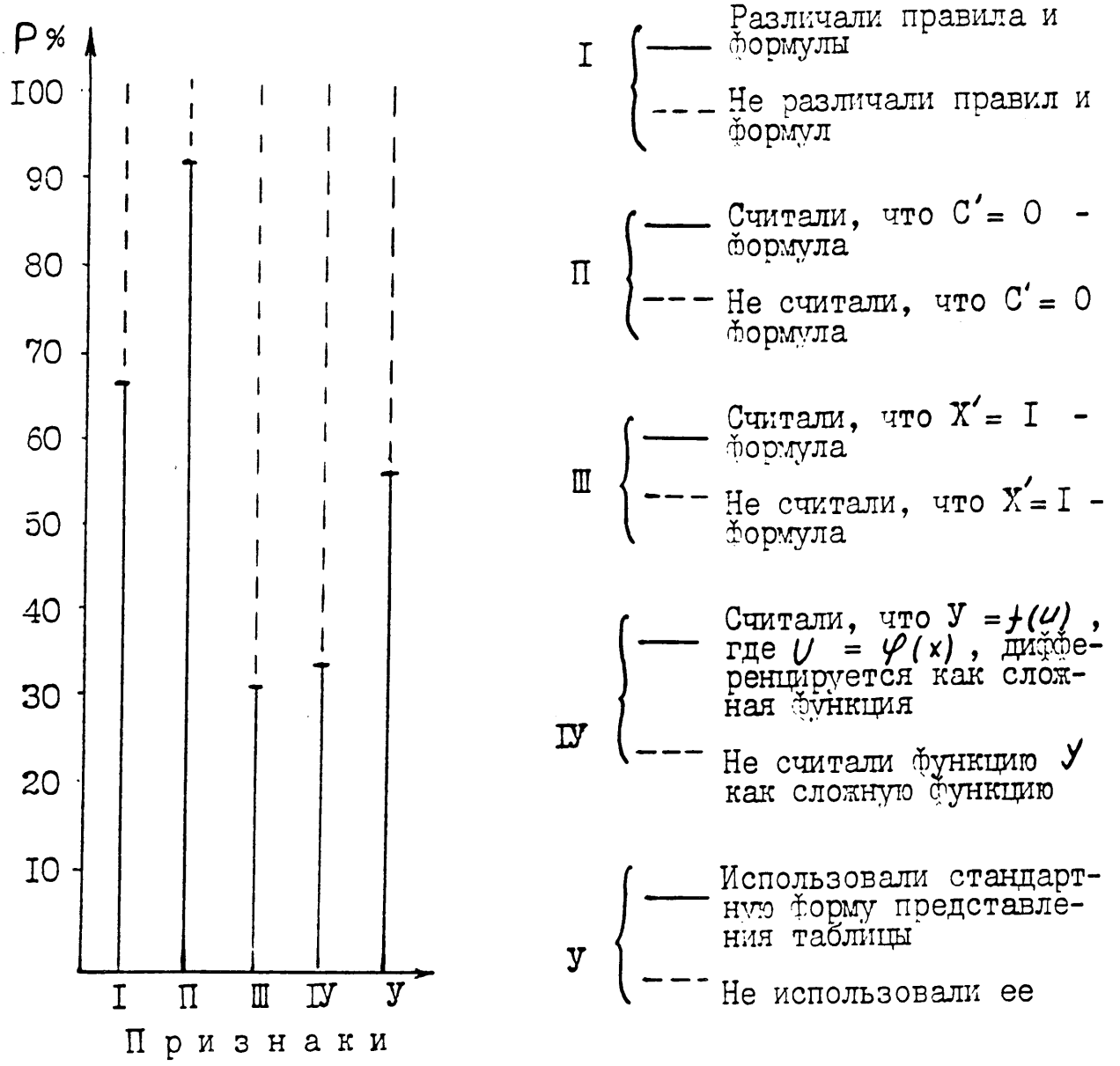


Рис. I. Зависимость процента ошибок тестируемых от признаков /I-й субтест/

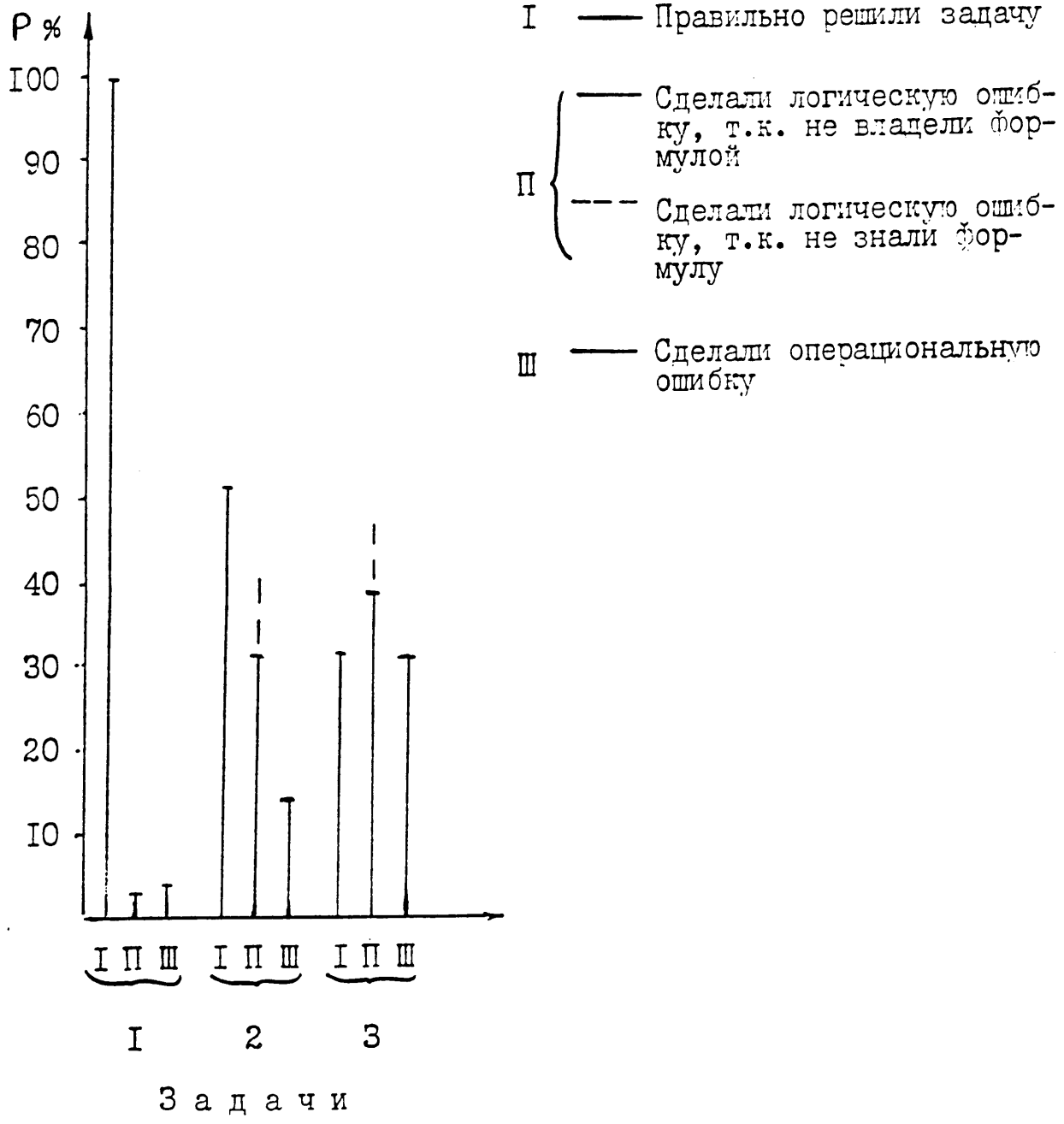


Рис. 2. Зависимость процента ошибок тестируемых от типа задач при выполнении 2-го субтеста

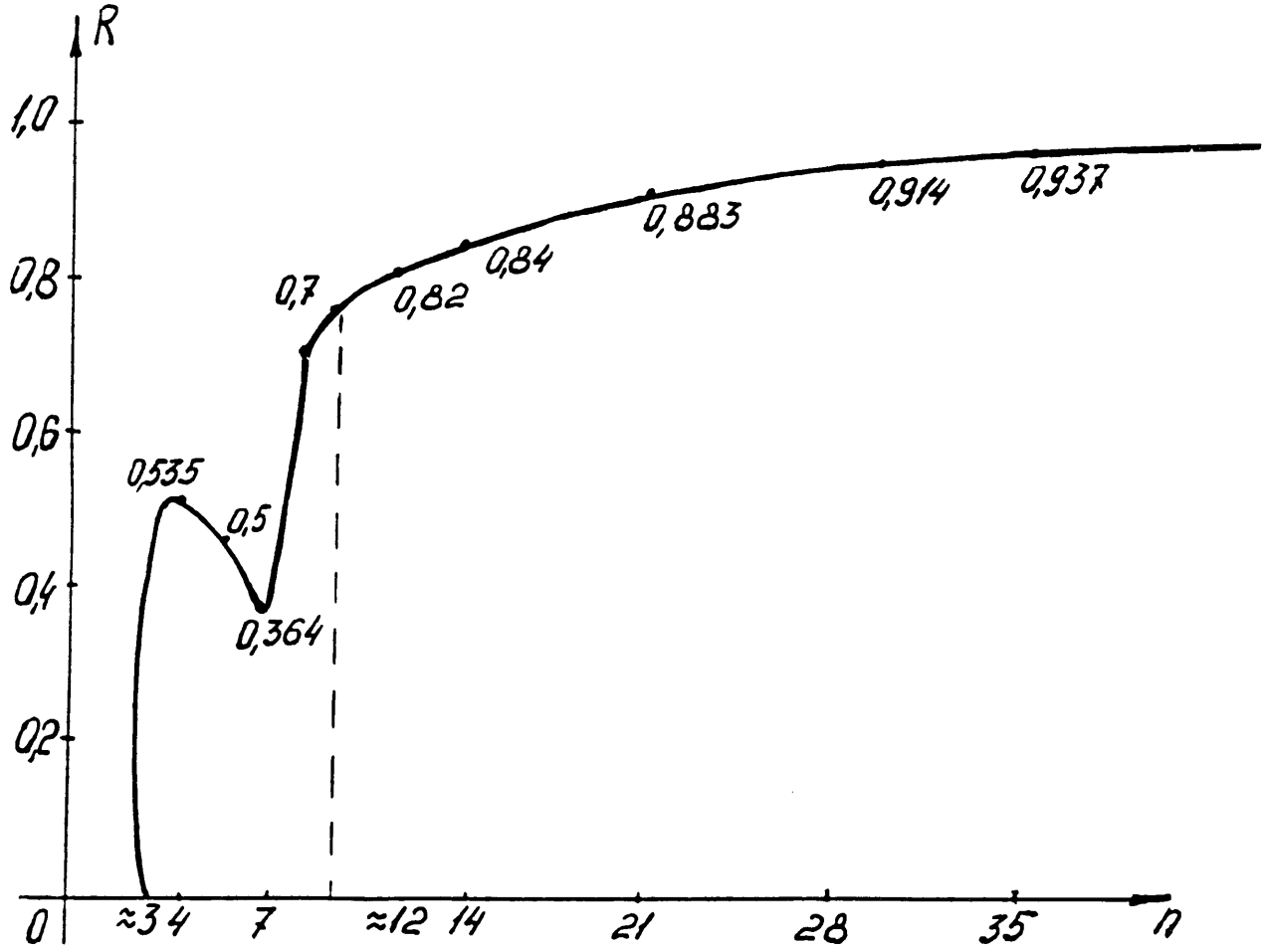


Рис. 3. Зависимость коэффициента надежности R от числа тестируемых n

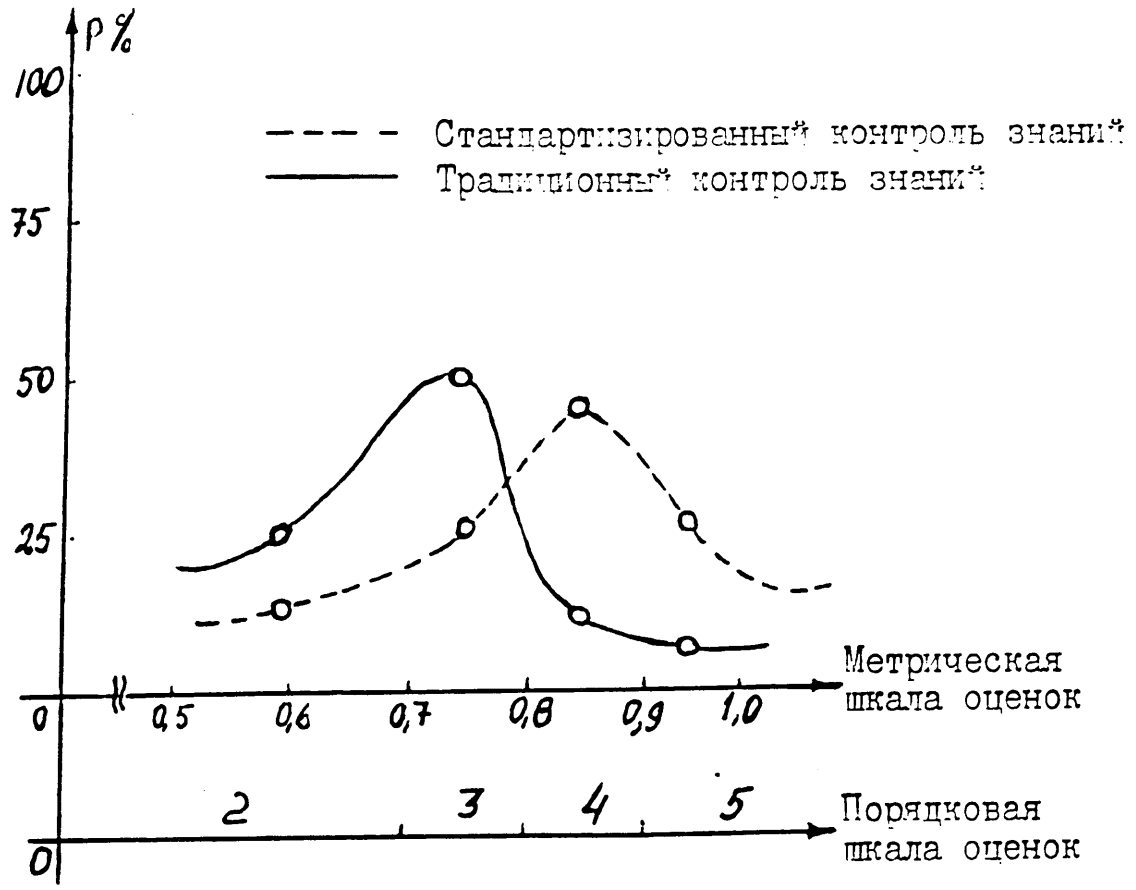


Рис. 4. Распределение оценок обучаемых при традиционном и стандартизированном контроле знаний

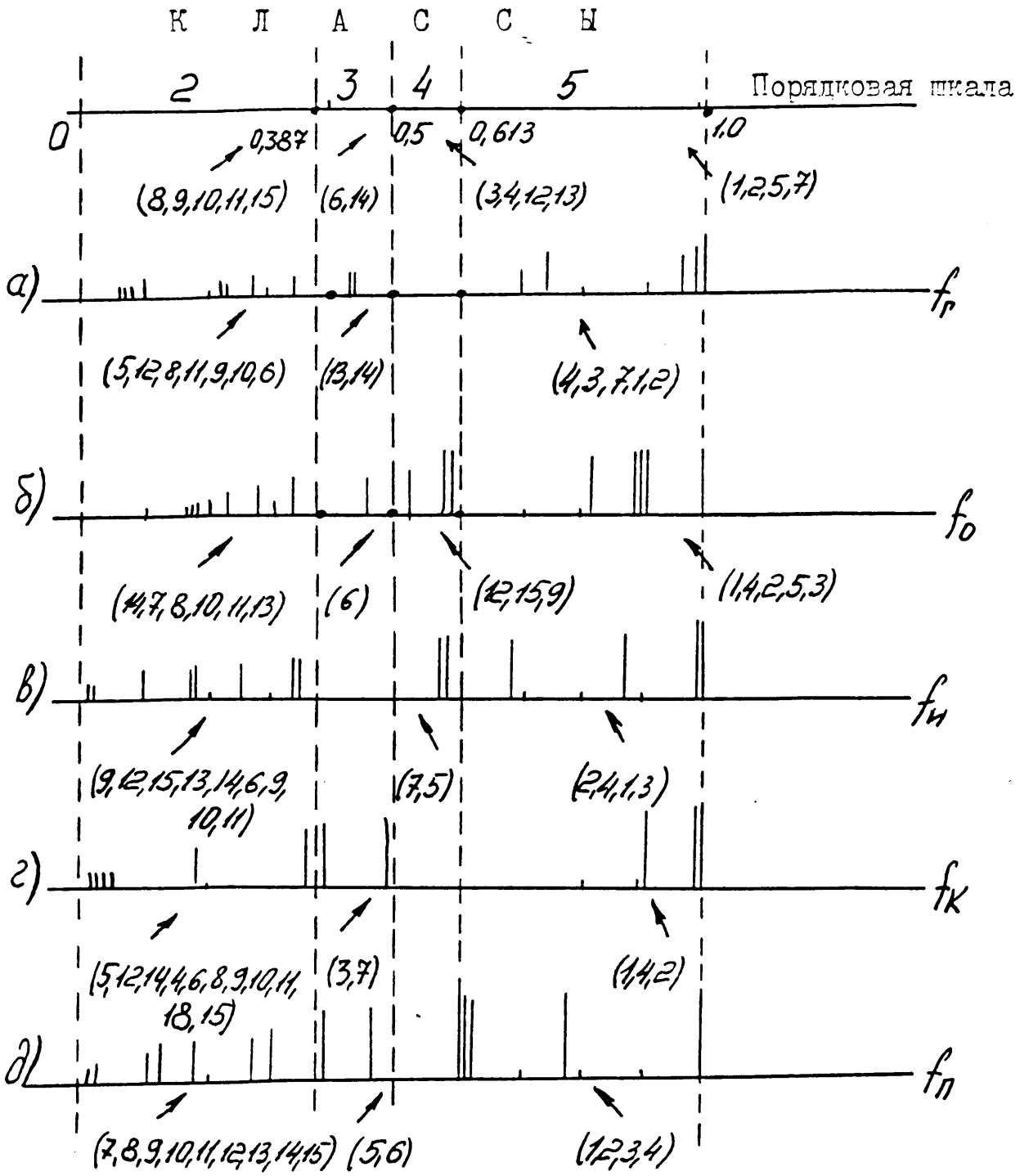


Рис. 5. Шкалы уровня сформированности: а/ глубины знаний; б/ ориентировочной основы умения; в/ исполнительной части умения; г/ контролирующей части умения; д/ полноты знаний

Приложение 3

Алгоритм решения заданий педагогического теста
/на примере задачи 6/

I-й субтест:

Дифференцирование относится к задачам на преобразование.

При решении задач в рамках данного субтеста необходимо действовать следующим образом:

I. Внимательно изучить заданное выражение, т.е. необходимо установить, какова ее структура /сумма, произведение или отношение множителей/;

2. Вспомнить и записать соответствующие правила дифференцирования;

3. Установить вид функции, содержащейся в данной задаче;

4. Преобразовать заданное выражение в общем виде, исходя из вида функции;

5. Вспомнить и записать соответствующие формулы из таблицы производных.

2-й субтест:

Для выполнения требований данного субтеста необходимо:

I. Установить, какие действия и в каком порядке производятся над переменной;

2. Произвести эти действия, исходя из вышеуказанных правил и формул дифференцирования.

3-й субтест:

I. Выбрать способ проверки /повторное дифференцирование или интегрирование/.

2. Сделать проверку с помощью выбранного способа и сравнить результат с ответом, полученным при выполнении 2-го субтеста.

Продолжение приложения 3

Пример /задача 6/:

$$Y = \sqrt{\frac{2 - 5x^2}{1 + 2x}}$$

I-й субтест:

I. Заданное выражение включает: а/ разность; б/ сумму; в/ отношение множителей, а также произведение константы на переменную.

2. Приведем соответствующие данной задаче правила дифференцирования:

1. $Y = U \pm V$, где $\begin{matrix} U = f(x) \\ V = f(x) \end{matrix} \Rightarrow Y' = U \pm V'$

2. $Y = U/V \Rightarrow Y' = \frac{U'V - UV'}{V^2}$

3. $Y = C \cdot U$, $C = const \Rightarrow Y' = C \cdot U'$

4. $Y = f(u)$, где $U = \varphi(x) \Rightarrow Y' = f'(U) \cdot U'(x)$

3. Установим вид подкоренного выражения: это иррациональная функция вида

$$Y = \sqrt[K]{\frac{a_0 x^m + a_1 x^{m-1} + \ldots + a_m}{b_0 x^n + b_1 x^{n-1} + \ldots + b_n}}$$

где a_0, a_1, a_m, b_0, b_1, ..., b_n - постоянные числа; m, K - целые положительные или числа, равные нулю. В нашем примере $a_m = 2$; $m = 2$; $a_0 = -5$; $K = 2$, $a_1, \ldots, a_{m-1} = 0$.

4. Запишем соответствующие формулы из таблицы производных:

1. $Y = z(U) \Rightarrow Y' = z'_u \cdot U'_x$

2. $Y = \sqrt{x} \Rightarrow Y' = 1/2\sqrt{x}$

3. $Y = x^n \Rightarrow Y' = n x^{n-1}$

Продолжение приложения 3

4. $Y = C \Rightarrow Y' = 0$

2-й субтест:

I. Действия производятся над переменной в следующем порядке:

а/ дифференцирование подкоренного выражения /используются правила дифференцирования сложной функции/:

$$Y = Z(U), \text{ где } U = f(x),\ Y' = Z'_U \cdot U'_x \text{ т.е.}$$

$$\left(\sqrt{\frac{2-5x^2}{1+2x}}\right)' = \left(\sqrt{\dots}\right)' \cdot \left(\frac{2-5x^2}{1+2x}\right)'$$

б/ дифференцирование корня:

$$\left(\sqrt{\dots}\right)' = \frac{1}{2\sqrt{\dots}}$$

в/ дифференцирование отношения двух функций /см. правила 2 в п.2 при выполнении I-го субтеста/:

$$\left(\frac{2-5x^2}{1+2x}\right)' = \frac{(2-5x^2)'\cdot(1+2x) - (2-5x^2)\cdot(1+2x)'}{(1+2x)^2}$$

г/ дифференцирование суммы и разности двух функций /см. правила I в п.2 I-го субтеста/:

$$(2-5x^2)' = 0 - 10x = -10x \quad \text{и} \quad (1+2x)' = 2$$

2. Выполнение необходимых арифметических действий:

$$\frac{1}{2\sqrt{\frac{2-5x^2}{1+2x}}} \cdot \frac{-10x(1+2x) - 2(2-5x^2)}{(1+2x)^2} = -\frac{(5x+5x^2+2)}{(1+2x)^2} \cdot \frac{\sqrt{1+2x}}{\sqrt{2-5x^2}}$$

3. Запишем окончательный ответ:

$$Y' = \frac{-(5x+5x^2+2)}{\sqrt{(2-5x^2)(1+2x)^3}}$$

Продолжение приложения 3

3-й субтест:

I. Выбор способа проверки. Повторное дифференцирование:

$$\left(\sqrt{\frac{2-5x^2}{1+2x}}\right)' = \left(\sqrt{\dots}\right)'\left(\frac{2-5x^2}{1+2x}\right)' = \frac{-(10x-10x^2-4)}{(1+2x)^2}\cdot\frac{1}{2\sqrt{(2-5x^2)/(1+2x)}}$$

Окончательный ответ: $\frac{-(5x+5x^2+2)}{\sqrt{(2-5x^2)(1+2x)^3}}$ /тот же самый, что во 2-м субтесте/.