

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. АСТАФЬЕВА**  
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Институт/факультет Институт математики, физики и информатики  
(полное наименование института/факультета)

Кафедра Кафедра математического анализа и методики обучения математике в вузе  
(полное наименование кафедры)

Направление подготовки 44.04.01 Педагогическое образование, Программа Инновационное математическое образование  
(код ОКСО и наименование специальности)

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой Кафедра математического анализа и методики обучения математике в вузе  
(полное наименование кафедры)



Л.В. Шкерина  
(подпись)

Л.В. Шкерина  
(И.О.Фамилия)

декабрь 2017 г.

Выпускная квалификационная работа

**ПРИМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ АДАПТИВНЫХ ТЕСТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ**

Выполнил студент  
Анганзорова Надежда Васильевна  
(И.О.Фамилия)

08.12.2017г.  
(подпись, дата)

Форма обучения

Заочная

Научный руководитель:  
д. п. н., проф.  
П.П. Дьячук  
(ученая степень, должность, И.О. Фамилия)

08.12.2017г.  
(подпись, дата)

Рецензент:  
канд. пед. наук, доцент СФУ  
Л.М. Туранова  
(ученая степень, должность, И.О. Фамилия)

08.12.2017г.  
(подпись, дата)

Дата защиты 19.12.2017

Оценка хорошо

Красноярск 2017

## Оглавление

Введение .....	3
ГЛАВА 1. Теоретические основы управления учебно-познавательной деятельностью учащихся	
§ 1. Учебно-познавательная деятельность учащихся и управление этой деятельностью .....	15
§ 2. Применение компьютерных тестов в учебно-познавательной деятельности учащихся.....	28
§ 3. Моделирование процесса обучения .....	43
ГЛАВА 2. Методика применения динамических адаптивных тестов	
§ 4. Дидактические особенности динамических адаптивных тестов в обучении математике в средней школе .....	55
§ 5. Динамические адаптивные тесты по математике (7-9 класс) .....	68
§ 6. Принцип работы динамических адаптивных тестов .....	90
Заключение .....	104
Библиографический список .....	105
Приложения .....	113



## Оглавление

Введение .....	3
ГЛАВА 1. Теоретические основы управления учебно-познавательной деятельностью учащихся	
§ 1. Учебно-познавательная деятельность учащихся и управление этой деятельностью .....	15
§ 2. Применение компьютерных тестов в учебно-познавательной деятельности учащихся .....	28
§ 3. Моделирование процесса обучения .....	43
ГЛАВА 2. Методика применения динамических адаптивных тестов	
§ 4. Дидактические особенности динамических адаптивных тестов в обучении математике в средней школе .....	55
§ 5. Динамические адаптивные тесты по математике (7-9 класс) .....	68
§ 6. Принцип работы динамических адаптивных тестов .....	90
Заключение .....	104
Библиографический список .....	105
Приложения .....	113

## **Введение**

### **Актуальность темы исследования.**

В современном обществе в условиях интенсивного развития науки и компьютерной техники важную роль в организации учебного процесса играет применение новых информационных технологий. На сегодняшний день все большее распространение получает тестовая форма контроля, которая предполагает разработку содержания и технологии использования данной формы. Развитие компьютерных технологий дает возможность использования тестирования как современной формы контроля и оценки знаний. Компьютерные средства поддержки должны помочь учителю в организации учебной деятельности учащихся в условиях современного образования, помочь осуществить контроль и оценку знаний учащихся, управление учебным процессом и его диагностику.

В настоящее время имеются определенные успехи в разработке и внедрении компьютерных технологий тестирования. Они связаны с компьютерной обработкой результатов тестирования и формой подачи тестовых заданий. Все они ориентированы на закрытые тестовые задания, которые в наибольшей степени адаптированы к машинной обработке результатов тестирования. основным недостатком таких компьютерных программных средств является то, что они используют малую часть возможностей современной компьютерной техники. Таким образом, бумажные технологии тестирования до сих пор конкурируют с компьютерными технологиями. По-прежнему учителя предпочитают проводить тестирование учеников без использования компьютера, хотя компьютерная обработка результатов тестирования дает весомые преимущества по сравнению с обычной «ручной» обработкой. На сегодняшний день применение открытых компьютерных тестовых заданий, которые в бумажной технологии невозможны, остается практически не реализовано на практике, в частности на уроках математики.

Особое значение имеют компьютерные технологии применения динамических адаптивных тестов, которые позволяют автоматизировать процесс сбора, хранения и обработки информации, необходимой для контроля знаний и психолого-педагогической диагностики. Это касается контроля над усвоением алгоритмов учебной деятельности, как элементов образующих фундамент знания предмета. Так как алгоритмы образуют формализованные структуры, то они представляют собой объекты учебной деятельности наиболее подходящие для компьютерной организации и контроля. В настоящее время это проблема остается актуальной.

В последнее время дидактика и методика находятся в поиске новых, гибких педагогических технологий, позволяющих оперативно адаптироваться к текущим изменениям, прогнозировать результаты учебно-познавательной деятельности. Компьютерные технологии позволяют по-новому решать эти проблемы, так как время между оценкой ситуаций и принятием управляющего решения существенно уменьшается. В организации, управлении и контроле над учебным процессом может и должен активно участвовать компьютер.

Система контроля знаний является важным компонентом любой технологии обучения и требует значительного обновления и развития в связи с модернизацией образования. Вопросами педагогического контроля знаний учащихся занимались отечественные и зарубежные ученые такие, как В.С. Асанесов, А.И. Кочетов, В.П. Беспалько, В.Г. Максимов, Е.А. Михайлычев, А.С. Маслов, А.В. Хуторской, Н.Ф. Талызина, К. Ингенкамп, Б. Блум, В. Оконь, Е.Б. Федорова, Н.К. Тутышкина, Л.В. Шкериной, В.И. Тесленко и др.

В теории поэтапного формирования умственных действий процесс обучения рассматривается как система определенных видов деятельности, направленных на достижение решения учебных задач. Эта теория рассматривается в работе П.Я. Гальперина, Н.Ф. Талызиной. Развитие теории поэтапного формирования умственных действий позже нашла в работах

С.А. Архангельского, В.П. Беспалько, М.С. Дмитриева, П.И. Пидкасистого, А.И. Раева, В.П. Симонова, в которых описаны этапы процесса управления, общие принципы и способы организации учебного процесса.

Основные задачи научной организации учебного процесса раскрыты в работах С.И. Архангельского [С.И. Архангельский, 1980 г.]. Среди них автор выделяет "... установление оптимальных способов управление учебным процессом и познавательной деятельностью...»; «выбор системы наблюдения и контроля за состоянием процесса обучения, основанной на объективных показателях и измерителях» [С.И. Архангельский, 1980 г., с.8-12]. В своей работе С.И. Архангельский определил место управления в процессе обучения, описал механизмы его осуществления и критерии эффективности.

В своих работах В.П. Беспалько рассматривает концепцию управления учебным процессом в рамках теории программированного обучения. Важнейшим звеном педагогической технологии он рассматривает управление [В.П. Беспалько, 1968, 1977, 1989 гг.].

Системному подходу к вопросам управления учебно-воспитательным процессом посвящены исследования В.П. Симонова [В.П. Симонов, 1991 г.]. Автором разработаны методические основы управления учебной деятельностью школьников, он выделяет пять показателей степени обученности учащихся.

Одним из важнейших звеньев управления является контроль, осуществляемый в учебном процессе. Ему посвящено множество исследований. Теоретические основы контроля результатов обучения на основе деятельностного подхода разработаны Н.Ф. Талызиной [Н.Ф. Талызина, 1974, 1986, 1984, 1999 гг.].

В.С. Аванесов [В.С. Аванесов, 1978, 1988, 1994 гг.] исследует проблемы научной организации контроля знаний, в которых указывает на необходимость объективного контроля процесса обучения.

Л.В. Жарова [Л.В. Жарова, 1982 г.] описывает элементы контроля на различных этапах организации самостоятельной работы и соответствующей реализации коррекционной функции контролирующих средств.

Разработана система специальных заданий, автором которых является В.А. Басовой [В.А. Басова, 1997 г.], которая позволяет последовательно выявлять уровни усвоения изучаемого математического материала и организовывать их самостоятельную работу.

Как показывает анализ литературы, в отечественной педагогике, различные аспекты управления учебно-познавательной деятельностью учащихся разработаны с общих психолого-педагогических позиций. Вопросы применения динамических адаптивных тестов, благодаря которым возможно управление учебно-познавательной деятельностью учащихся (УПДУ) в меньшей степени изучены в методиках, в которых используются компьютерные технологии обучения. Применение компьютерных технологий привносит свою специфику, в организацию управления УПДУ, обусловленную особенностями и возможностями компьютерной техники.

Анализ существующих психолого-педагогических концепций управления и обобщение методических исследований учебно-познавательной деятельности учащихся позволяют рассмотреть проблему применения динамических адаптивных тестов при обучении математике в основной образовательной школе.

В связи с этим представляется актуальным исследование влияния на учебно-познавательную деятельность учеников динамических адаптивных тестов. Применение компьютерных технологий при изучении математики вносит новые элементы в УПДУ. Таким образом, мы выделяем для своего исследования методический аспект проблемы управления учебно-познавательной деятельностью с использованием динамических адаптивных тестов.

Решение обозначенной проблемы связано с выбором средств управления, обеспечивающих:

- 1) получение оперативной и объективной информации о состоянии процесса усвоения математики;
- 2) качественную и количественную оценку усвоения определенных алгоритмов, действий и деятельности в целом на различных этапах обучения;
- 3) возможность на основе полученной информации своевременно скорректировать учебный процесс.

На разных этапах развития тестового метода в психологии и педагогике тест рассматривался под разными углами зрения.

Первоначально, при разработке тестов обучения Альфред Бине обозначил динамический подход к способам оценки обучения учащихся (Binet & Simon, 1905; Haywood & Paour, 1992). Однако, в результате создал тесты «интеллекта», основанные на результатах предыдущего обучения, а не на процессе обучения. Высокая корреляция диагностических заключений тестов интеллекта Бине с последующими достижениями учащихся в школе дали основание думать, что они измеряют интеллект.

Л.С. Выготский был первым, кто ввел в практику тестирования динамическую оценку. Работая с детьми из сред с различными культурами, он отметил, что их тестовые результаты могут быть значительно улучшены с небольшой помощью экзаменатора (Л.С. Выготский, 1986, 1934 гг.). Разницу между достижениями, полученными испытуемыми без посторонней помощи и с помощью, оказываемой в процессе деятельности, Л.С. Выготский назвал «зоной ближайшего развития». Динамическая оценка позволяет экзаменатору получить информацию об обучающем потенциале учащегося, характеризующим развитие испытуемого при постоянной и долгосрочной помощи.

После Л.С. Выготского разработку концепции оценки учебного потенциала продолжил Фейерштейн. Применяя динамические методы оценки Фейерштейн (Feuerstein, Jeannet, & Richelle, 1953 г.) выявил, что дети, которые имели низкий IQ, значительно повышали уровень своего развития, в результате своевременного вмешательства, в виде оказываемой им помощи в процессе тестирования. На основании результатов своих экспериментов Фейерштейн (Feuerstein, 2013г.) сделал вывод о том, что наиболее важными компонентами динамического тестирования (Phoener, 2008 г.) являются посредничество и интерактивность.

Было осознано, что применение теста не сводится только к проблеме испытания. Тестирование - это метод исследования результатов обучения, состояния индивида в плане знаний, умений и навыков в определенной области знаний. Как метод, тестирование должно удовлетворять ряду определенных критериев и может быть использовано с различными целями. В связи с этим пониманием возникло направление методологии тестирования.

Методологические основы современного тестирования освещены в работах крупнейших западных и отечественных тестологов: Г. Айзенка, М.С. Бернштейна, С.И. Воскерчьяна, С.Г. Геллерштейна, Т.А. Ильиной, Э. Клапареда, К.А. Краснянской, Е.Н. Перевощиковой, Т. Симона, Р. Торндайка, В. Штерна и др.

Одной из важных и актуальных проблем современного тестирования является то обстоятельство, что широко распространенные закрытые тесты фиксируют правильность или неправильность выполнения заданий. При этом учитель не может извлечь информацию о деятельности ученика по процессу выполнения задания.

При организации, управлении и контроле процесса обучения учитель не использует тестовые методики, отслеживает деятельность ученика. В

преподавании математики это обстоятельство часто приводит к тому, что процесс тестирования сводится к выполнению письменной контрольной работы, в бумажном варианте. Проверая результаты такого «тестирования» учитель очень большое внимание уделяет процессу решения задачи, «следы» которого запечатлены в промежуточных выкладках, письменном изложении соображений, мыслей ученика и т.п. Этот анализ пути, и всех промежуточных этапов выполнения задания имеет большое значение для управления учебным процессом. Безусловно, отсутствие тестов, позволяющих хоть в какой-то степени отслеживать деятельность ученика по выполнению тестового задания, тормозит применение тестового контроля для управления учебным процессом.

Традиционные тесты позволяют диагностировать текущее состояние (статус) испытуемых, то есть определять уровень знаний, умений и навыков в соответствующей предметной области. Основной их недостаток состоит в том, что при выполнении заданий «снимается» информация, представляющая собой только конечный результат деятельности испытуемого. Информация о том, как испытуемый пришел к ответу в традиционных тестах не «снимается».

Исключение составляют тесты по математике, в которых иногда требуют предоставлять письменные решения тестовых заданий, а не просто ответы. В этих случаях мы имеем своего рода статическую «фотографию», уже осуществленной деятельности, хотя информации об испытуемом, для более качественной диагностики его состояния получается гораздо больше. Отраженные на бумаге, промежуточные результаты могут свидетельствовать, что ход решения был правильным, и только досадная, несущественная ошибка привела испытуемого к неверному ответу. Ясно, что эта ситуация в корне отличается от случая, когда ход решения содержит множество, в том числе и принципиальных ошибок, хотя конечный результат один и тот же.

Подобные рассуждения можно привести и относительно верно выполненных заданий. В традиционных тестах испытуемые могут показать прекрасные результаты, по которым мы можем сделать выводы о том, что они одинаково хорошо усвоили материал. На самом деле степень усвоения учебного материала у них может различной. Традиционные тесты не диагностируют качества, характеризующие эти различия испытуемых.

В работе предлагаются компьютерные тесты, «снимающие» информацию о процессе деятельности испытуемого, при выполнении заданий, которые во всем мире называются *динамические адаптивные тесты*. В работах П.П. Дьячука они называются динамические компьютерные тесты-тренажеры (ДКТТ).

Динамические адаптивные тесты можно рассматривать как обучающую систему, в которой ученик, выполняя тестовые задания, изменяется (преобразуется) в плане совершенствования алгоритмической деятельности. Эти преобразования фиксируются компьютером в режиме реального времени, образуя временной ряд событий (Н.В. Анганзорова, 2016 г.).

Поскольку деятельность человека изначально носит предметный характер, то в заданиях предлагается осуществить преобразования (конструирование) некоторых виртуальных (компьютерных) объектов по определенному алгоритму. Эти преобразования испытуемый осуществляет либо с помощью управляющих клавиш, либо с помощью мышки. Компьютерная запись операций по преобразованию объекта позволяет нам получить временные ряды событий, отражающие алгоритмическую деятельность испытуемого.

Основу динамического адаптивного теста составляет машинная модель, включающая в себя: а) виртуальные объекты исследуемой предметной области; б) генератор заданий; в) системы, считывания и записи информации о процессе деятельности, в реальном времени; г) механизмы регулирующие коэффициент обратной связи.

Учитывая, выше сказанное дадим определение динамических адаптивных тестов.

Динамические адаптивные тесты - это интерактивные компьютерные модели алгоритмических задач, позволяющие проводить тестирование динамических характеристик процесса деятельности испытуемого.

Таким образом, анализ психологической, педагогической и методической литературы показал, что в настоящее время созданы определенные предпосылки для повышения эффективности управления УПДУ, на основе применения динамических адаптивных тестов.

Не изучены возможности динамических адаптивных тестов в качестве средства управления УПДУ. Это касается, как контроля знаний, так и процесса обучения, коррекции результатов усвоения деятельности. Нет описания технологии и методики составления и использования динамических адаптивных тестов по математике в средней школе в качестве средства управления УПДУ. Не учитывается то обстоятельство, что управление учебной деятельностью может осуществляться в процессе выполнения тестовых заданий. Это следует из того, что процесс тестирования должен рассматриваться, как учебная деятельность, как некий временный ряд событий, которым необходимо управлять. Не выявлена роль компьютерного моделирования процессов управления, контроля и диагностики. Требуется дополнительный анализ психолого-педагогических, дидактических и специальных методических критериев, которым должны удовлетворять динамические адаптивные тесты.

Поэтому становится очевидной актуальность применения педагогического динамического адаптивного теста при обучении математике в основной образовательной школе.

**Проблема исследования** определяется противоречием между существующими технологиями тестирования знаний и умений учащихся и необходимостью тестирования самого процесса учебной деятельности.

Проблема определила тему исследования: «Применение динамических адаптивных тестов по математике в средней школе».

**Объект исследования** - учебно-познавательная деятельность учащихся в процессе обучения математике в средней школе.

**Предмет исследования** - технология применения динамических адаптивных тестов как средства управления учебно-познавательной деятельности учащихся.

**Цель исследования** - теоретически обосновать содержание динамических адаптивных тестов по математике, с реализацией обучающей и диагностической функций и методику их применения в процессе обучения.

**Гипотеза исследования:** если в обучении школьников применять динамические адаптивные тесты, то

- реализуется дифференцированный подход в обучении школьников;
- повышается эффективность обучения алгоритмической деятельности;
- реализуется возможность адаптивного компьютерного управления учебной деятельностью в процессе выполнения тестовых заданий;
- повышается эффективность и гибкость управления учебно-познавательной деятельности учащихся.

Для достижения поставленной цели и подтверждения гипотезы были определены следующие **задачи**:

1. Выявить состояние проблемы управления учебно-познавательной деятельности учащихся.
2. Исследовать возможности как традиционного, так и компьютерного управления учебной деятельностью школьников;

3. Выяснить дидактические и методические основы применения динамических адаптивных тестов для управления учебно-познавательной деятельности учащихся при обучении математике;

4. Экспериментально проверить эффективность применения динамических адаптивных тестов в учебно-познавательной деятельности учащихся.

Для решения поставленных задач использовались следующие методы исследования: теоретический анализ психолого-педагогической и научно-методической литературы в аспекте изучаемой проблемы; педагогический эксперимент; анализ педагогического опыта; наблюдение; компьютерное моделирование; экспертная оценка; математико-статистическая обработка результатов эксперимента.

**Методологической основой исследования** явились: методы компьютерного моделирования систем искусственного интеллекта и теоретические основы теории управления (А.И. Берг, Н. Винер, А.Я. Лернер), психолого-педагогические теории учебной деятельности (В.С. Аванесов, С.И. Архангельский, Ю.К. Бабанский, В.П. Беспалько, П.Я. Гальперин, С.Л. Рубинштейн, Н.Ф. Талызина).

**Научная новизна** исследования заключается в том, что в нем впервые показана возможность использования динамических адаптивных тестов по математике в средней школе, позволяющая тестировать процесс учебной деятельности учащихся при решении математических задач.

**Теоретическая значимость исследования** состоит в том, что рассмотрено управление деятельности учащихся на основе механизма обратной связи; введены динамические параметры, характеризующие обучаемость учеников; на основе компьютерного моделирования обучающих интеллектуальных систем разработана методика применения динамических адаптивных тестов, позволяющих тестировать учебно-познавательную деятельность учащихся.

**Практическая значимость исследования** заключается в том, что динамические адаптивные тесты могут быть использованы:

1. при организации самостоятельной работы учащихся;
2. при обучении школьников решению алгоритмических задач;
3. при проведении тестирования учащихся и определения таких параметров как скорость обучения и степень самостоятельности.

**Апробация.** В процессе исследования проводился педагогический эксперимент в средней школе №39 г. Норильска.

**Публикации.** По теме диссертационной работы опубликованы 4 статьи, в том числе 2 статьи по курсу математики в средней школе.

**Описание структуры работы.**

Диссертационная работа изложена на 114 страницах, включает 2 таблицы, 11 рисунков. Состоит из введения, двух глав, заключения, библиографического списка из 84 наименований и 1 приложения.

## **ГЛАВА 1. Теоретические основы управления учебно-познавательной деятельностью учащихся**

### **§ 1. Учебно-познавательная деятельность учащихся и управление этой деятельностью**

Учебно-познавательная деятельность учащихся в процессе обучения математике в средней школе имеет свои особенности, которые отражаются в системе управления этой деятельностью. Поскольку динамические адаптивные тесты представляют машинный вариант организации и управления этой деятельностью, при выполнении конкретных заданий, то для создания эффективной системы компьютерных тестов необходимо изучить систему УПДУ, выделить основные ее компоненты и параметры, а также уровни ее усвоения.

В отечественной педагогике и психологии существуют различные психолого-педагогические концепции учебной деятельности. Они отражены в работах: Л.С. Выготского, П.Я. Гальперина, В.В. Давыдова, И.И. Ильева, А.Н. Леонтьева, В.Я. Ляудиса, П.И. Пидкасистого, С.Л. Рубинштейна, Н.Ф. Талызиной, Э.Б. Эльконина и др.

Проанализировав работы этих авторов, отметим основные этапы осуществления учебно-познавательной деятельности учащихся в процессе изучения математики в средней школе. Для анализа также воспользуемся результатами исследований В.П. Беспалько, С.А. Архангельского, А.А. Вербицкого, Т.В. Габай, З.А. Решетовой, О.Е. Мальцевой.

Учебно-познавательная деятельность - это процесс, направленный на решение различных учебных задач, в результате которого ученик овладевает знаниями, умениями и навыками.

Любая деятельность побуждается целью, непременною решения задачи. Действие является единицей деятельности. Операции - это способы

осуществления действия. В процессе деятельности на различных этапах взаимосвязь между этими категориями могут изменяться: действие может быть деятельностью или превращаться в операцию.

К примеру, рассмотрим деятельность ученика, которая обусловлена непременностью решения задач по преобразованию графиков функций. На первоначальном этапе обучения освоения этой деятельностью в качестве цели ставится научение преобразованию вида  $y = f(x) + M$ . Операция по сдвигу графика функции вверх (при  $M > 0$ ) или вниз (при  $M < 0$ ) вдоль оси  $Oy$ , например, на одну единицу выступает в качестве действия. Деятельность заключается из последовательности  $M$  шагов, которые сдвигают на расстояние  $M$  график функции. Эта деятельность в задачнике по алгебре для 8-го класса А.Г. Мордковича выделена в специальных упражнениях, типа: график функции  $y = x^2$  сдвинули вверх на 4 единицы. Какой график функции при этом получился?

Таким образом, единицей деятельности на начальной стадии обучения является элементарный шаг преобразования данного типа. По мере обучения различным видам преобразований графика функции ученик переходит на более высокий уровень обучения. «Элементарные» действия, которые выполняет учение, уходят на подсознательный уровень. В качестве действия начинают выступать виды преобразований графика - его сдвиг по осям  $Oy$  и  $Ox$ , преобразования симметрии относительно начала координат либо осей координат, деформация - сжатие, растяжение графика. При этом количество операций уменьшается, они имеют интегрированный характер.

Следующий уровень обученности деятельности по преобразованию графиков функций предполагает подсознательное совершение всех операций. По достижении этого уровня обученности деятельность по преобразованию графиков функций превращается в одно из действий по достижению других, более сложных целей, стоящих перед математикой.

Психологами выделяется три основных части деятельности: ориентировочную, исполнительную и контрольно-коррекционную [Е.И. Горбачева, 1988 г.].

Если рассматривать действие, как элементарный осознанный акт деятельности человека по достижению той или иной цели, то прежде чем его исполнить, мысленно человек продумывает результат этого шага и сопоставляет насколько он приближается к цели.

Дальнейшей частью действия является исполнительная, которая определяется, как результат взвешенного и принятого решения.

Последняя фаза выполнения действия - контрольно-коррекционная. Она связана с существованием обратной информационной связи в мыслительной деятельности человека. Информация о результатах выполненного действия поступает в мозг ученика, анализируется и если выполненное действие приближает ученика к цели, то действие считается законченным, соответственно делается переход к выполнению другого действия. Если же в результате выполнения действия ученик не приближается к цели, или удаляется, то ученик принимает решение скорректировать или исправить результат неверно выполненного действия.

В процессе усвоения деятельности ученик осмысливает ориентировочную основу действий, отрабатывает необходимые действия и операции. Содержание ориентировочной основы действия ученика базируется на его знаниях, умениях и навыках. Отметим, что понимается под перечисленными понятиями [В.В. Смолянинов, 1987 г.]. Знание - это адекватно запечатленный в памяти ученика познаваемый способ деятельности. Умение - это осознанное осуществление деятельности по достижению цели. Процесс деятельности можно рассматривать, как систему составляющих ее действий. Навык отличается от умения значительно большей скоростью выполнения действий, что обусловлено автоматическим характером их выполнения. Действия при этом выполняются на

подсознательном уровне. Если же учащийся осознанно контролирует свои действия, так скорость выполнения действий резко уменьшается.

Каждое действие УПДУ рассматривается как элемент процесса решения учеником некоторой учебной задачи. Компонентами последней являются цель, действия и ситуация. В.П. Беспалько определяет уровень сформированности УПДУ, как определенное соотношение между этими компонентами.

В зависимости от способа использования усвоенной информации различают два вида УПДУ: репродуктивную и продуктивную. При репродуктивной деятельности ее элементы воспроизводятся в различных вариациях: от буквальной копии до некоторого свободного применения в стандартных типовых ситуациях, четко предусмотренных изученными алгоритмами. Для такого вида деятельности характерны действия алгоритмического характера по точно описанным правилам в знакомых условиях, когда к усвоенным элементам деятельности в процессе ее воспроизведения ученик не прибавляет никакой новой информации.

В процессе продуктивной деятельности ученик с различной степенью самостоятельности генерирует субъективно новую для него информацию. При решении поставленных ему задач ему приходится преобразовывать усвоенные ранее алгоритмы для применения в нетипичных ситуациях. Такая деятельность носит творческий характер.

В репродуктивной и продуктивной деятельности выделяют два уровня. Каждая операция репродуктивной деятельности может выполняться учеником либо с опорой на внешнюю подсказку или завуалированное решение – в этом случае выполняемая деятельность носит характер узнавания. При этом, как отмечает В.П. Беспалько, “... подсказанный внешне образец действия отождествляется в итоге его повторного восприятия с ранее усвоенным образом памяти” [В.П. Беспалько, 1989 г., с. 36]. Этот уровень репродуктивной деятельности можно назвать аналитико-созерцательным, так

как ученик наблюдает процесс выполнения деятельности и анализирует его и результаты, которые получены по окончании деятельности. Этот уровень репродуктивной деятельности имеет целый спектр подуровней, каждый из которых характеризуется интенсивностью обратной информационной связи. В процессе репродуктивной деятельности может также осуществляться воспроизведение усвоенных алгоритмов и их применение в стандартных ситуациях без предварительной демонстрации деятельности по выполнению алгоритма. Такой вид деятельности назовем действием в типовой ситуации. Таким образом, репродуктивная деятельность может быть условно представлена в виде двух уровней усвоения: выполнения аналитико-созерцательной деятельности по наблюдению за выполнением алгоритма и определением параметров ответа и действием в типовой ситуации.

Выполнение продуктивной деятельности также характеризуется двумя уровнями. Первый уровень характеризует эвристическую деятельность, которая осуществляется путем преобразования усвоенных алгоритмов в новых условиях. Этот уровень называют преобразовательным уровнем [В.П. Беспалько, 1989 г.]. Второй уровень отвечает творческой деятельности, представляющей собой поиск новых способов решения задач или решения проблемы.

В психологии и педагогике установлено, что всякая деятельность человека обусловлена определенной целью. Именно цель побуждает человека к деятельности по ее достижению. Поэтому очень важно при исследовании методов разработки и применении компьютерных тестовых заданий в УПДУ по математике учитывать специфику ее целей.

Основная цель математической подготовки учащихся в средней школе - развитие математической культуры мышления, как основы будущей деятельности во всех сферах жизни: профессиональных, бытовых, культурных, социальных и т.д. Именно это определяет точку зрения А.Г. Мордковича о гуманитарном характере предмета математики в школе, как

предмета отражающего общечеловеческий характер мыслительной деятельности. В рамках УПДУ по алгебре, следуя А.Г. Мордковичу, мы конкретизируем основную цель УПДУ по математике следующим образом:

- формирование определенной системы математических знаний, умений, навыков;
- развитие логического (абстрактного) и образного мышления учащихся в процессе работы с математическими моделями;
- развитие творческих способностей, как чисто математических, так и других;
- развитие интереса к математической деятельности.

Для оценки достижения поставленной цели необходимо ввести критерии, которые определяют степень ее достижения. Для этого нужно:

- 1) детально изучить объект цели;
- 2) создать надежный инструмент для оценки заданного в цели признака с соответствующей измерительной шкалой;
- 3) иметь возможность проведения надежных измерений по отношению к объекту цели.

Придерживаясь общепринятой точки зрения [F.M. Lord, 1980] мы выделяем в УПДУ два составляющих ее вида деятельности: математическую и учебную.

Под математической деятельностью учащихся понимают деятельность, направленную на изучение программного материала математики. Основная ее цель - формирование математических знаний, умений и навыков, позволяющих ученику воспроизводить теоретический материал по математике и устанавливать логико-структурные связи между ее частями, а также применять полученные знания, умения и навыки при решении алгебраических задач различного уровня сложности. Предметом этой деятельности является математическая теория, составляющая содержание школьного курса математики. Продуктом этой деятельности является

усвоенные школьником знания о математических конструкциях, а также умения и навыки их преобразования.

Содержание этой деятельности составляет определенная математическая теория, система математических задач и упражнений по закреплению и применению теоретического материала.

В рамках УПДУ происходит два процесса: собственно учение и деятельность, осуществляемая с целью усвоения умений выполнять определенные учебные действия. Человек учится не только предмету, но и тому, как надо учиться. Такой процесс мы будем называть учебной деятельностью. В психолого-педагогической литературе существуют различные подходы к определению учебной деятельности. Мы будем придерживаться определения, сформулированного группой психологов под руководством В. Я. Ляудис.

Учебная деятельность, как и математическая, характеризуется определенными знаниями, умениями и навыками. Основная цель учебной деятельности - овладение способами и приемами эффективного усвоения учебных знаний, формирование навыков учебной работы (умения слушать и понимать учебный материал, работать с учебной и научной литературой и др.). С точки зрения информационных технологий учебная деятельность подразумевает обучение учащихся способам получения, переработки, хранения и передачи информации. Эти умения и навыки носят общий характер, но их можно формировать на конкретном математическом содержании. Причем учебная деятельность учащихся, в процессе изучения математики, имеет свои специфические особенности, обусловленные особенностями математического образа мышления.

Содержание учебной деятельности составляют способы и процедуры выполнения конкретных учебных действий. Предметом ее являются учебные умения и навыки. Например, навыки аналитической деятельности, умение делать обобщения, умение планировать свою деятельность и создавать

модели и т.д. Качество и уровень усвоения учебных действий, которыми ученику предстоит овладеть в процессе учебной деятельности, существенно влияют на качество усвоения математических знаний, умений и навыков в процессе математической деятельности. В свою очередь качество усвоения математических знаний, умений и навыков влияют на процесс учебной деятельности. Для того чтобы УПДУ осуществлялась эффективно, необходимо выполнение ряда условий (формы, методы и средства обучения). Значительное место среди условий, определяющих эффективность УПДУ, занимает организация управления этой деятельностью.

**Управление УПДУ** является важнейшей составной частью дидактического процесса. Это либо непосредственное управляющее воздействие учителя, либо автоматическое управление, либо самоуправление, осуществляемое самими учащимися, либо управление отдельными элементами учебной деятельности осуществляемое компьютерными системами.

Проблемы, связанные с управлением учебной деятельности и процессом обучения начали интенсивно разрабатываться в отечественной дидактике в конце 60 - 80-х годов 20-го столетия. Наиболее существенный вклад в их решение внесли исследования: В.С. Аванесова, С.И. Архангельского, В.П. Беспалько, Э.Г. Газиева, П.Я. Гальперина, Л.В. Жаровой, А.Н. Орлова, В.П. Симонова, В.И. Сосновского, Н.Ф. Талызиной, Н.К. Тутышкиной, Р.Х. Шакурова и др.

Психолого-педагогические основы теории управления были заложены в теории поэтапного формирования умственных действий (П.Я. Гальперин, Н.Ф. Талызина и др.). Дальнейшее развитие и актуализацию проблемы управления в дидактике получили в связи с привлечением идей кибернетики в области создания автоматизированных систем управления и создание основ программированного обучения (В.П. Беспалько, Т.А. Ильина, Н.Ф. Талызина, О.И. Эпштейн и др.).

В настоящее время, вопросы организации управления УПДУ, не утратили своей актуальности. Это связано с двумя тенденциями: во-первых, с возникшим интересом к, так называемым, гибким педагогическим технологиям, максимально адаптированных к индивидуальным особенностям каждого учащегося (С.И. Архангельский, А.Н. Захаров, А.М. Матюшкин и др.); во-вторых, с широким внедрением компьютерной техники в учебный процесс, которая позволяет автоматизировать как учебно-административную сторону управления УПДУ, так и собственно учебную деятельность учащихся, при изучении тех или иных предметов.

Педагогические технологии характеризуются тем, что их элементы приспособляются к изменяющимся условиям обучения, сохраняя изначально заданную целенаправленность. Они характеризуются: научной методологией; технологичностью, которая подразумевает: высокий уровень управляемости учебным процессом; дидактическую эффективность; педагогическую “экологичность”; способностью к развитию и совершенствованию.

В энциклопедическом словаре [Сов. энциклопедия, 1983 г.] дается описательное определение понятия управления, связанное с перечислением задач:

«Управление - функция организованных систем различной природы, обеспечивающая сохранение их определенной структуры, поддержание режима деятельности, реализации их программ и целей».

Н.Ф. Талызина [Н.Ф. Талызина, 1983 г.] называет управлением УПДУ процесс, включающий в себя следующие этапы: указание цели управления; установление исходного состояния управляемого процесса; выработка программы обучения; получение информации по определенной системе параметров о состоянии управляемого процесса; переработку информации, в управляющем центре и выработку корректирующих воздействий, и их реализацию.

В.П. Беспалько определяет управление УПДУ как "целенаправленное воздействие на обучаемых, заключающееся в слежении и контроле качества усвоения элементов деятельности и коррекции ошибок".

В работе В.В. Смолянинова проводится мысль, что управление деятельностью более высоких уровней проводится на основе эволюционно подготовленных рефлексов, обратных связей и синергий. Если проводить параллель с учебным процессом, то управление учебной деятельностью более высокого уровня (в старших классах) базируется на системе умений и навыков полученных ранее (в младших классах). Для организации гибкого управления учебной деятельностью система должна обладать достаточным количеством степеней свободы. В.В. Смолянинов делает вывод о том, что всякой организации управления деятельностью должно предшествовать организация необходимых и достаточных свобод. Как уже было выше сказано управление - это организаторская функция. На основании этого В.В. Смолянинов дает достаточно абстрактное определение:

«Управление - целевая акция редукции избыточных свобод системной (структурной и / или функциональной) организации».

Основная задача управления процессом обучения определяется из целевой установки, а она состоит в оптимизации учебного процесса, повышении эффективности усвоения знаний, умений и навыков, развитии мыслительных способностей учащихся.

В педагогике выделяют следующие этапы управления УПДУ:

1. *Изучение объекта управления.* Поскольку объектом управления является ученик, то необходимо получить информацию о его состоянии. Например, приступая к изложению учебного материала по новой теме, учитель должен представлять то насколько учащиеся готовы к его изучению, владеет ли они необходимыми для этого знаниями и умениями, насколько совершенна у них система навыков оперирования математическими моделями. Учитель должен учитывать также особенности конкретного класса

учеников, общий уровень их подготовки. В зависимости от начального состояния учитель составляет программу работы с учениками по изучению новой темы учебного материала.

В динамических адаптивных тестах по математике, представляющих мини обучающие системы с адаптацией к ученику, акт управления - изучение объекта - ученика является обязательным элементом его работы. С этой целью компьютер собирает максимально подробную информацию о ходе выполнения первого задания и на основании этого формирует образовательную траекторию учащегося, в рамках учебного материала представленного в тренажере.

*2. Разработка программы управления.* Качество разработанной программы определяет успешность обучения учащихся и соответственно результаты работы учителя. Программа содержит: 1) цели, сформулированные с учетом начального состояния учащихся; 2) методы и приемы, используемые для достижения цели; 3) средства контроля и коррекции процесса обучения; 4) системы наблюдения и сбора информации.

*3. Реализация разработанной программы.* После того, как определена цель и разработан мысленный план действий, по достижению цели, учитель переходит к организации учащихся к выполнению практической деятельности по достижению поставленной цели. В ходе учебной деятельности учитель отслеживает «положение» учеников относительно цели, корректируя их деятельность, а возможно и программу управления их деятельностью.

*4. Коррекция учебной деятельности учащихся и программы на основе получаемой информации.* В обычной практике осознанное, заранее планируемое, выполнение этого этапа не происходит. Но все больше исследователей приходит к выводам о важности и необходимости этого этапа для качественного управления УПДУ. Безусловно, что учитель в процессе работы постоянно корректирует свою деятельность и деятельность учеников,

но это коррекция связана с локальными, ограниченными по времени действиями и целями учащихся и учителя. Если же иметь в виду долговременную программу деятельности и соответственно глобальную цель, реализуемую этой программой, то возникает необходимость в заранее спланированных акциях контроля и коррекции этой большой программы.

Н.Ф. Талызина предлагает, для более эффективного управления, изначально разрабатывать две программы управления: основную и корректирующую. Основная программа должна составляться до начала функционирования системы управления и рассчитана на все время обучения. Программа корректирования имеет две компоненты: долговременную, составленную до начала функционирования системы управления и с учетом основной программы, и локальную, которая вырабатывается по ходу процесса, на основе анализа информации, полученной по каналу обратной связи.

УПДУ по достижению образовательных целей поставленных основной программой изучения конкретного предмета должна проводиться с обязательным контролем и диагностикой состояния учащихся. Учитель использует разнообразные методы и приемы позволяющие получать информацию об уровне знаний, умений и навыков в процессе учебной деятельности по изучению конкретного предмета. Традиционные виды контроля включают в себя устный опрос, письменные работы, практические и лабораторные задания. Несмотря, на интенсивное развитие тестовых методов контроля самым распространенным методом контроля является устный опрос. Этот метод контроля хорош тем, что с его помощью осуществляется непосредственный контакт преподавателя и обучаемого. Этот метод способствует развитию у ученика умения логично и последовательно излагать свои мысли. Но недостатком этого метода является то, что он занимает много времени при малом охвате опрошенных учеников.

В преподавании математики большое место занимает система контроля и диагностики в виде письменных контрольных и домашних работ. Письменная проверка качества усвоения знаний достаточно экономна по времени, но она все же предполагает значительные трудозатраты учителя. К недостаткам этого вида контроля надо отнести отсутствие непосредственного контакта ученика с учителем и слабым контролем процесса учебной деятельности. Это приводит к недостаточной объективности этого метода контроля. Надо отметить, что все существующие методы контроля деятельности ученика в процессе выполнения учебных заданий (включая и тестовый метод) страдают тем, что для объективной оценки качества сформированности знаний и умений дают недостаточную информацию о самом процессе деятельности.

Ряд исследователей полагает, что проблему управления учебной деятельностью обучаемых нужно решать поэтапно и пооперационально. При этом полагают, что при этом можно отслеживать не только ошибки усвоения, но и наступающие изменения. Когнитивные особенности учебной деятельности обучаемого и их изменения остаются вне контроля. В то же время регулярное тестирование позволяет получать оперативную информацию о состоянии учащегося и соответственно спрогнозировать ожидаемую эволюцию его статуса. С нашей точки зрения пути решения такого тестирования лежат в области разработки компьютерных тестовых заданиях, которые характеризуются тем, что учащиеся конструируют решение задачи, а не осуществляют выбор правильного ответа из предложенных ответов.

Итак, эффективность управления УПДУ зависит от организации контроля над процессом усвоения знаний. Контроль является элементом действия и в то же время направляющим фактором регулирования УПДУ. Он осуществляет обратную связь в системе управления, его средствами

получается необходимая информация о текущем состоянии учебного процесса и уже, потом производится необходимая коррекция.

## **§ 2. Применение компьютерных тестов в учебно-познавательной деятельностью учащихся**

В педагогике актуальным является разработка математических и информационных методов, позволяющих получать не только качественную, но и количественную информацию о процессах обучения. Педагогические тесты позволяют ввести объективные критерии о ходе процесса обучения, дают возможность оперативно получать информацию о состоянии ученика. Результаты тестирования могут быть обработаны математическими методами. На основе информации, полученной в результате тестирования, преподаватель может корректировать учебный процесс и управлять им в соответствии с поставленными целями [R.L. Thorndike, E. Hagen, 1956]. Ученики, получая своевременно управляющие воздействия, могут изменять свое отношение к учебе и прилагать самостоятельные усилия для улучшения своего состояния.

В предложенных нами динамических адаптивных тестах, используемых при изучении математики, объединены: теория деятельностного подхода к процессу обучения П.Я. Гальперина, современные идеи тестирования В.С. Аванесова, идеи уровневого подхода В.П. Беспалько и кибернетический подход к управлению сложными системами Н. Винера.

Кибернетические принципы управления сложными системами достаточно интенсивно используются при анализе проблем управления процессом учебно-познавательной деятельности. Это происходит на качественном, идейном уровне. В то же время кибернетика, как наука об управлении, является точной наукой и оперирует достаточно развитым математическим аппаратом. Мы рассматриваем педагогические компьютерные тесты, как средство педагогической технологии,

обеспечивающей ее гибкость и функциональность. Данное средство дает знание не только о качественной стороне управления учебным процессом, но и дает количественную информацию. оно позволяет получать объективные данные о таких важных характеристиках, как скорость обучаемости ученика алгоритмам решения стандартных задач по математике, о характерных временах выполнения логических операций. Компьютерные тесты открывают возможности для диагностики процесса деятельности по достижению учебных целей, при этом записываются временные ряды промежуточных событий у ученика.

Если учесть выше сказанное, то определение педагогической технологии, данное В.п. Беспалько, в котором педагогическая технология формулируется, как «... реализуемый на практике проект определенной педагогической системы, включающей в себя систему методов, форм, средств организации учебно-познавательной деятельности» можно дополнить фразой включающей в себя компьютерные методы измерения параметров процесса УПДУ.

Эффективность педагогической технологии определяется тем, какие средства и методы управления УПДУ используются в ней. одним из наиболее действенных средств управления УПДУ является педагогический тест и в частности динамические адаптивные тесты. Мы рассматриваем вопросы, касающиеся применения динамических адаптивных тестов при обучении математике в средней общеобразовательной школе.

В контексте нашего исследования мы будем рассматривать все три этапа: ориентировочный, исполнительный и контрольно-корректировочный. Это обусловлено, спецификой применения нами динамических адаптивных тестов по математике. Во-первых, динамические адаптивные тесты устроены так, что компьютер генерирует задания, то есть, формулирует перед учеником цель. Во-вторых, для выполнения задания компьютер предлагает ученику виртуальные объекты, с которыми ученик может производить

действия. В-третьих, система действий осуществляемых учеником по достижению цели образует временной ряд событий, который записывается в память компьютера.

ориентировочная часть действий отражается в величине промежутка времени затрачиваемого учеником на обдумывание действия. исполнительная часть действия выражается в применении тех или иных управляющих алгебраическими объектами клавиш. Контрольно-коррекционная этап работы ученика с динамическими адаптивными тестовыми заданиями основан на специальной программе, которая обрабатывает каждое действие ученика, и накапливает, хранит и сообщает ему, не только, информацию о правильности или неправильности выполненного действия, но и показывает, как нужно правильно выполнять деятельность.

Таким образом, компьютер в динамических адаптивных тестовых заданиях выполняет контрольную и корректирующую функции. То есть мы поставили цель применять такие компьютерные тесты по математике, которые содержат все компоненты деятельности ученика. Другими словами, применяя выше описанные динамические адаптивные тесты по математике, мы столкнулись с необходимостью исследовать вопросы, касающиеся всех этапов деятельности ученика.

описанные виды деятельности, управление которыми может быть смоделировано и реализовано в компьютерном варианте, образуют соответствующую структуру, встроенную в процесс УПДУ. Эта структура показана в таблице 1.

Таблица 1

### Структура моделируемых уровней деятельности

Уровень деятельности	Характеристика	Вид деятельности
I Аналитически-созерцательный	Генерируется задание, то есть задается цель и ситуация. Затем оно выполняется в	Репродуктивная аналитическая деятельность: носит

	демонстрационном режиме или сообщается конечный результат деятельности. Задача ученика провести анализ действий по ее решению. из решения ученик должен определить неизвестные параметры задачи.	характер узнавания ситуации. Есть неявная подсказка в демонстрации действий и могут быть подсказки при определении параметров задачи.
II Алгоритмический	Генерируется задание, то есть задается цель, ситуация. Ученик должен применить ранее усвоенные действия для конструирования решения. подсказка варьируется коэффициентом обратной связи в зависимости от степени усвоения алгоритма. по мере формирования умений и навыков коэффициент обратной связи стремится к нулю.	Репродуктивная деятельность по памяти или действие в типовой ситуации: действие протекает при наличии обратной информационной связи. Цель репродуктивной деятельности сформировать умения и навыки по выполнению алгоритма.
III Эвристический	Генерируется задание, но не ясна ситуация, в которой цель может быть достигнута. Ученик должен дополнить (уточнить) ситуацию и применить ранее усвоенные знания для решения задачи.	продуктивная деятельность: применение усвоенных знаний в новой, нестандартной ситуации или преобразование.

Компьютерное моделирование деятельности учителя при изучении определенного класса задач (алгоритмов) математики на описанных трех уровнях возможно с помощью специально составленных компьютерных тестовых заданий. при этом моделируются процессы управления, контроля и диагностики этой деятельности.

В качестве инструмента, позволяющего провести достаточно надежную оценку сформированности элементов УПДУ по математике мы рассматриваем динамические адаптивные тесты. На каждом этапе обучения учащихся мы определяем конкретные цели формирования элементов деятельности и проверяем их достижение с помощью специальной системы динамических адаптивных тестов.

Тестовый контроль характеризует скорее типы решаемых задач, а не деятельность решающего задачу. Компьютерный вариант тестирования, при сохранении характера тестовых заданий позволяет автоматизировать проведение и обработку результатов тестирования. Но проблема получения информации, о процессе учебной деятельности обучаемого остается нерешенной. Несмотря на это, тестовый контроль, в настоящее время является наиболее приемлемым, по многим параметрам, формой контроля знаний и умений учащихся, как на промежуточных этапах обучения, так и при подведении итогов реализации программы обучения. Эффективность программы в целом оценивается по результатам итогового тестирования.

Традиционные методы проверки и оценки знаний учащихся содержат, как субъективный, так и объективный моменты. Необъективность оценки в процессе проверки знаний может быть порождена не только субъективными качествами преподавателя, но и объективными условиями - структурными и качественными особенностями системы контрольных заданий.

Отмеченные недостатки традиционных методов текущего контроля знаний заставляют исследователей обращаться к поиску более эффективных средств фиксации уровня приобретаемых знаний. Среди них наибольший интерес представляют тестовые задания, которые более всего отвечают объективному подходу к проблеме измерения знаний. Тестовый контроль определяется, как педагогическая деятельность по измерению уровня усвоения и качественной оценке структуры предметных и учебных действий. основные функции тестового контроля - диагностические, обучающие и организующие.

В качестве целей тестового контроля знаний выделяют: объективную оценку учебных достижений; получение оперативной информации об уровне усвоения каждого вида деятельности; технологически эффективную оценку результатов образования и самообразования.

Динамические адаптивные тесты дают информацию об особенностях когнитивных процессов в деятельности учащихся, измеряют скорость обучения учеников. Тестовый контроль знаний является одной из компонент системы управления УПДУ и организуется следующими принципами: соответствия целям и задачам УПДУ; диагностичности; объективности; систематичности; научности и технологичности. Одним из средств, обеспечивающих технологичность тестового контроля, являются компьютерные программы моделирующие, как процесс тестирования, так и процесс деятельности ученика, программы, записывающие и хранящие информацию, как о достижениях, так и о процессе деятельности ученика, с разверткой временного ряда событий.

Тестовый контроль, впервые поставил на практическую основу понятие педагогических измерений. При этом под педагогическим измерением понимается «...количественное выражение, характеризующее результаты УПДУ». предметом педагогического измерения являются конкретные действия или операции, соответствующие параметрам УпДУ на данном этапе обучения.

В закрытых тестовых заданиях деятельность ученика по выполнению задания скрыта и фиксируется конечный результат. Это означает, что предмет измерения в таких тестовых заданиях имеет «нематериальную» природу. Ученик играет роль черного ящика, на вход которого подается формулировка задания, а на выходе учитель имеет результат выполнения задания [П.Я. Гальперин, Н.Ф. Талызина, 1979 г.]. Вся деятельность по достижению цели - получению ответа - остается за «кадром» и не доступна не только для измерений, но и для фиксации. предложение В.С. Аванесова проводить операциональный анализ аспектов деятельности путем выделения, так называемых индикаторов, с помощью которых проверяется усвоение элементов УпДУ, не решает проблему отслеживание когнитивного процесса деятельности обучающегося, так как не позволяет «раскрыть» черный ящик.

В качестве инструмента позволяющего проводить педагогические измерения в большинстве работ предлагают использовать педагогический тест, однако он как мы считаем, дает информацию, скорее качественную, чем количественную об уровне знаний обучающихся и не позволяет получать информацию о динамике процесса мыслительной деятельности. Такая информация должна быть представлена временным рядом событий, каждое из которых представляет собой элемент деятельности - действие. В динамических адаптивных тестах, возможно «считывание» компьютером такой информации и соответственно ее количественная обработка. Указанное достоинство динамических адаптивных тестовых заданий связано с тем, что их выполнение подразумевает конструирование решения в реальном времени посредством определенных операций или действий.

Процесс обучения, с точки зрения уровневого подхода можно рассматривать как продвижения ученика по иерархии уровней УпДУ. Соответственно этой иерархии, для контроля, диагностики, обучения и прогнозирования необходимо иметь пакеты многоуровневых тестов. Такие тесты включают в себя не только формулировку заданий, но и создание эталона - полного и правильного выполнения заданной деятельности по всем операциям с указанием среди них существенных. Существенная операция теста, это та операция, которая отражает цель проверочной процедуры. Существенная операция - единица педагогического теста, позволяющая провести обработку результатов тестирования и вывести количественную оценку. обозначим число существенных операций в тесте  $k$ , а количество существенных операций выполненных учеником правильно -  $r$ . Тогда коэффициент усвоения  $K = r/k$ . при  $K > 0.7$ , деятельность на данном уровне, следуя В.п. Беспалько, будем считать усвоенной.

В динамических адаптивных тестовых заданиях количество существенных операций естественно определяется, как число равное числу действий. В деятельностном подходе элементом деятельности является

действие (операция). Например, в задании по преобразованию графика линейной функции количество видов операций три: сдвиги графика функции вдоль оси  $Oy$ ; изменение угла наклона графика; зеркальное отражение графика относительно оси  $Oy$ . В конкретном задании ученик должен выполнить некоторое оптимальное количество операций, представляющее некоторую комбинацию из выше перечисленных видов операций приводящее к правильному ответу.

Анализ литературы, посвященной вопросам тестового контроля знаний показывает, что существует определенный набор различного рода тестов, который используется каждой группой авторов с различными целями. Каждый подход к классификации имеет под собой определенные основания. Независимо от классификаций существующие тесты создаются в «бумажном» варианте. Компьютерное тестирования заключается в том, что «бумажные» тесты переводят в электронный вид и с помощью специальных программ - оболочек организуют подачу информации о заданиях и о предполагаемых ответах на экран дисплея компьютера и соответственно, автоматическую обработку результатов тестирования обучаемых.

Достаточно часто, особенно при тестировании по математике, тестирование идет вначале в «бумажном» варианте. обычно это происходит при выполнении открытых тестовых заданий. испытуемые выполняют тестовые задания в письменном виде. Затем они проверяются преподавателем и результаты тестирования заносятся в компьютер. обработка результатов тестирования производит специальная программа. В работе [В.В. Смолянинова, 1987 г.] предложена компьютерная программа, которая генерирует случайным образом (с наложенными ограничениями) тестовые задания из тестового пространства. Тестовое пространство, представляется множеством тестовых заданий, покрывающих область знаний по какому-либо предмету. Это множество формируется из тестовых заданий, которые имеют два представления: «бумажное» и электронное.

В нашем исследовании предлагаются динамические адаптивные тестовые задания, которые в «бумажном» виде не представишь. Это обусловлено тем, что предлагаемые нами тестовые задания формируются компьютерной моделью. Эта компьютерная модель представляет собой виртуальный «мир» объектов предметной области. Испытуемый, выполняя задание, осуществляет деятельность, связанную с преобразованием объектов. Например, если в качестве предметной области взять школьную математику, то в роли объектов могут выступать, точки, прямые линии, графики функций. Виртуальным пространством, в котором эти объекты можно преобразовывать, является координатная плоскость (координатная сетка). Технологию и методику компьютерного моделирования тестовых заданий мы подробно рассмотрим во второй главе.

Если классифицировать тесты по технологическому признаку, то можно выделить два класса тестовых заданий: 1) тестовые задания, которые генерируются в результате работы компьютерной модели предметной области знаний; 2) тестовые задания, которые составляются (генерируются) экспертом. Динамические адаптивные тесты позволяют генерировать задания, принадлежащие узкому классу задач, связанных с необходимостью выполнения некоторого алгоритма. Эталон выполнения задания и критерии степени соответствия результата деятельности с эталоном являются одним из компонентов компьютерной модели. Динамические адаптивные тестовые задания являются комплексными, то есть включают в себя несколько этапов деятельности, включая, в качестве промежуточного этапа, выбор правильного ответа, например выбор объекта, который необходимо преобразовать и т.п.

В концепции тестирования основанного на уровневом подходе качество достижения обучаемого измеряется по следующим критериям усвоения УпДУ: структура и уровень усвоения тех элементов УпДУ в каждом из составляющих ее видов деятельности, которые являются объектом

усвоения; качество овладения каждым видом деятельности на данном этапе обучения (полнота и глубина знаний); объем усвоенных элементов деятельности (умение применять в ситуациях различной сложности); прочность усвоения (проверяется с помощью повторного тестирования, отдаленного по времени от первого).

Динамические адаптивные тестовые задания имеют ряд особенностей по сравнению с обычными тестовыми заданиями. Наличие их позволяет проводить измерения таких параметров деятельности учеников, которые в принципе не доступны стандартным тестовым заданиям. Но их универсальность приводит к достаточно резкому сужению областей знаний, в рамках которых возможно создание таких тестов. Это связано с тем, что в динамических адаптивных тестовых заданиях обучаемый проходит испытание, осуществляя предметную деятельность, при этом объекты и предметы виртуальны. Стандартные тестовые задания лишены этих ограничений, практически для любой области знаний возможно создание стандартных тестов, как для предметной деятельности, так и для мыслительной.

Тестовая методика измерения знаний не является единственным средством контроля и диагностики. Наряду с ней существуют традиционные средства контроля и диагностики знаний. Учитывая современные достижения тестологии, мы предлагаем принципиально иной вид тестовых заданий, которые в определенной степени решают проблему контроля и диагностики процесса деятельности обучаемого. Такие тестовые задания позволят получать более богатую информацию не только об уровне сформированности знаний, умений и навыков, но и о процессе выполнения деятельности. Они дают возможность управлять этим процессом, с помощью адаптивной обратной связи. Динамические адаптивные тестовые задания, с соответствующей программной поддержкой, которая обеспечивает «скрытую» запись процесса деятельности ученика, позволяет производить

психометрические измерения психологических качеств ученика, определяющих состояние развития когнитивной сферы обучаемого и т.д.

Если говорить о предметных областях знаний, то надо отметить, что школьный курс математики может быть представлен достаточно полно динамическими адаптивными тестами. Например, системообразующая «линия» или тема, как «преобразование графиков функций может быть полностью представлена динамическими адаптивными тестовыми заданиями.

Метод компьютерного тестового контроля имеет как недостатки, так и достоинства. Рассмотрим подробнее те дополнительные возможности, которые дают достоинства тестового контроля, при условии компьютеризации тестирования, как для обычных тестовых заданий, так и для динамических адаптивных тестов.

1) использование тестов позволяет оценить уровень сформированности УПДУ по каждому из выделенных параметров; Выделим три параметра  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , где  $\alpha$  - параметр измеряющий уровень усвоения математических знаний,  $\beta$  - параметр, измеряющий уровень сформированности учебных умений и навыков,  $\gamma$  - параметр измеряющий уровень сформированности некоторых элементов квазипрофессиональной деятельности.

Количественная оценка каждого из параметров получается вычислением коэффициента усвоения

$$K = r / k ,$$

где,  $k$  – число существенных операций теста, соответствующих данному виду деятельности или параметру, например  $\alpha$ ,  $\beta$ , или  $\gamma$ ;  $r$  – число существенных операций отвечающих данному виду деятельности.

Элементом деятельности является действие или операция. Действие это элемент деятельности, который выполняется субъектом без подключения сознания, в автоматическом режиме. Как показано п.я. Гальпериним [П.Я.

Гальперин, 1976 г.] действие, это деятельность, преобразованная из умения в навык, путем многократных повторений.

Выделение существенных операций теста является желанием В.П. Беспалько [В.П. Беспалько, 1989 г.] представить деятельность по выполнению тестовых заданий, как последовательность действий. Это не совсем корректное представление процесса деятельности, тем не менее, оно дает определенный результат. В динамических адаптивных тестах испытуемый осуществляет деятельность по преобразованию виртуальных объектов в координатном пространстве. Эта деятельность дискретизирована на элементарные операции. процесс деятельности отображается в виде траектории объекта в операционном пространстве (сдвиги, деформации, симметричные отображения и т.п.). Компьютерная программа осуществляет запись временной функции, отображающей последовательность операций в зависимости от времени. Аналогично стандартным тестовым заданиям можно ввести коэффициент усвоения деятельности  $K = r/k$  по видам операций.

2) педагогический тест является оперативным источником информации о процессе усвоения элементов деятельности.

Любой процесс протекает во времени, и если мы хотим получить информацию о процессе, то мы должны исследовать временной ряд событий этого процесса. В стандартных тестовых заданиях временной ряд событий не рассматривается. В «бумажном» варианте этот временной ряд нельзя получить в принципе. Его можно получить только в компьютерном варианте, при специальной процедуре выполнения тестовых заданий. Например, если в тестовом задании предлагается выбор правильного ответа, то ответы подаются последовательно и тестируемый должен принять решение правильный или неправильный предлагаемый ответ.

События или существенные операции, также как и их очередность должны формироваться экспертами. Тестируемый принимает решение о

правильности или неправильности очередного ответа, затрачивая, в зависимости от сложности принятия решения, то или иное время. Предложенный компьютерный вариант («бумажного») тестирования позволяет отслеживать события (существенные операции) во времени, что несет дополнительную информацию об испытуемом.

Динамические адаптивные тесты программно включают в себя запись временного ряда событий всех операций, которые выполняет испытуемый при работе с тестовым заданием. В отличие от обычных тестовых заданий в них нет жесткой последовательности действий, испытуемый сам формирует последовательность операций, приводящую к достижению цели. Это дает дополнительные степени свободы для проявления индивидуальности ученика и для более объективного тестирования УПДУ.

3) Тестовый контроль позволяет с определенной точностью оценивать насколько эффективна выбранная технология обучения. Для такой оценки преподаватель, проводя тестирование, должен иметь возможность получать информацию о стратегии решения задач обучающимся. Эта информация позволит преподавателю корректировать процесс обучения так, чтобы ученик обучался эффективным стратегиям. Например, в динамических адаптивных тестах достаточно четко выделены задания двух типов: первый тип отвечает, так называемым прямым задачам, в которых компьютер генерирует объект, а ученик должен его идентифицировать, то есть описать его свойства; второй тип соответствует обратным задачам - компьютер генерирует аналитическое представление объекта, ученик должен сконструировать объект из имеющейся «заготовки» или «заготовок».

при выборе технологии обучения алгоритму решения задач стоит вопрос - на примерах каких задач эффективнее протекает обучение алгоритмам? - на прямых, обратных или при определенном сочетании и тех и других задач. Тестирование с применением динамических адаптивных тестов позволяет ответить на этот вопрос с учетом временного фактора. Этот

пример позволяет поставить вопрос - что понимается под эффективностью технологии обучения? Эффективность - это понятие, связанное с временным фактором, то есть эффективная технология подразумевает достижение качественных и количественных результатов деятельности за минимум времени. поэтому оценка эффективности той или иной технологии должна подразумевать оценку скорости обучаемости учеников, то есть учет временного фактора.

4) Результаты выполнения теста могут быть относительно легко обработаны и интерпретированы; они являются достаточно объективными. Сама по себе возможность обработки и интерпретации результатов тестирования реализуется только в случае компьютеризации, как процесса тестирования, так и соответственно интерпретации. Массовое применение методов тестового контроля возможно только при условии его компьютеризации, в противном случае метод требует значительных временных и интеллектуальных затрат. Это касается как стандартных тестов («бумажной» технологии), так и динамических адаптивных тестов.

объективность тестов определяется количеством информации о состоянии и процессе УПДУ. Для качественной диагностики требуется избыточная информация, характеризующая УПДУ. Динамические адаптивные тесты позволяют детально отслеживать процесс выполнения заданий, который представляется множеством операций (действий) образующих траекторию решения, которых существует в принципе сколько угодно.

5) используя результаты тестирования, преподаватель может внести необходимые коррективы в процесс обучения. Если исходить из того, что основной целью деятельности преподавателя является качественное обучение учеников учебной дисциплине, то он использует любую информацию об учебном процессе, об эффективности применяемых

технологий обучения. Для этого им используются, как традиционные методы контроля и диагностики, так и тестовые методики.

6) Стандартные тестовые задания, их конструкция дает возможность включить в состав теста большое количество заданий, что позволяет охватить значительный объем материала. Если быть точнее, то конструкция стандартных тестовых заданий такова, что их можно составить практически для любой области знаний. Динамические адаптивные тесты отличаются от стандартных тестовых заданий ограниченностью сфер областей знаний.

7) Стандартный тест дает возможность получения качественной и количественной оценки уровня усвоения знаний и умений. Динамические адаптивные тесты в отличие от обычных тестовых заданий позволяют получить не только оценку уровня усвоения знаний и умений, но и отследить сам процесс выполнения задания, в его динамике.

Диагностические возможности динамических адаптивных тестов позволяют отследить процесс перехода умения в навык, измерить скорость обучаемости ученика, получить информацию о психолого-педагогических характеристиках личности тестируемого. используя динамические адаптивные тесты можно организовать компьютерное управление процессом выполнения задания, то есть создать специальную программу, реализующую отрицательную обратную связь между компьютером и учеником. Динамические адаптивные тесты с отрицательной обратной связью обладают несколькими механизмом.

Решение проблемы создания адаптационных тестов обычно связывают с проблемой разработки системы взаимосвязанных тестовых заданий, которая подстраивается под индивидуальные особенности тестируемого. В этой системе последующее задание зависит от результата выполнения предыдущего задания. Стандартный адаптационный тест должен содержать такое множество заданий, на котором каждый испытуемый при тестировании мог сделать свою выборку заданий, то есть пройти «траекторию»,

характеризующую его индивидуальность. В динамических адаптивных тестах есть адаптационный механизм, который управляет процессом тестирования через варьирование коэффициента обратной связи.

Как и любое обучающее средство, тесты имеют и недостатки. прежде всего, создание надежного и валидного теста, отвечающего целям УПДУ - достаточно сложный процесс. Здесь требуются усилия многих специалистов, и факт применимости теста может быть установлен только в результате неоднократной экспериментальной проверки и соответствующей переработки его содержания.

Динамические адаптивные тесты - это компьютерные модели узких классов алгоритмических задач. они требуют экспериментальной проверки, выявление недостатков и внесения соответствующих изменений, повышающих их эффективность.

### **§ 3. Моделирование процесса обучения**

В качестве основы построения информационной модели процесса обучения возьмем кибернетическую модель интеллектуальной системы [Р.Ф. Авдеев, 1994 г.]. Согласно кибернетике, всякая система имеет целью своего существования сохранить себя как таковую, имеет цель выжить. Для достижения этой цели у системы должен быть управляющий центр, куда поступает информация об изменении состояния системы в ходе того или иного процесса, в котором участвует система. То есть в системе должна быть налажена отрицательная обратная связь с центром управления. Управляющий центр должен своевременно фиксировать нежелательные отклонения от оптимальной траектории процесса, в котором участвует система и принимать решения позволяющие системе устранять эти отклонения, то есть контролировать жизнедеятельность системы. Таким образом, в системе должен быть налажен циркулирующий поток информации о процессе жизнедеятельности.

Например, с точки зрения процесса тестирования ученика компьютерной моделью он выступает в роли объекта. Блок программы, генерирующий задания, можно рассматривать как окружающую среду, в которой объект существует и от которой поступает информация о заданиях. Ученик - объект выполняет эти задания, при этом его основная цель состоит в том, чтобы выжить, то есть правильно выполнить задание, выйти на более высокий уровень самостоятельности в алгоритмической деятельности, уложиться в нормативное время, набрать определенное количество баллов и т.п. Если ученик в результате работы с динамическими адаптивными тестами допустит фатальные ошибки, не удовлетворит критическим нормативам, то «локально», в рамках этого теста, он «погибнет».

В динамических адаптивных тестах, для управления, контроля и диагностики процессом обучения, должен быть блок программы, играющий роль центра управления. В специальный файл должна поступать оперативная информация о ходе выполнения очередного задания. Блок управления обрабатывает эту информацию и принимает управляющие решения, которые, в зависимости от величины коэффициента обратной связи сообщаются ученику с той или иной частотой. Ученик должен скорректировать отклонения в направлении правильного выполнения следующих заданий.

Надо отметить, что ученик это не просто объект, поведением которого управляет компьютер, а система с собственным центром управления и аналитическим центром, так называемым тезаурусом. Как известно из психолого-физиологических исследований [В.С. Аванесов, 1994 г.], за оперативное управление поведением человека отвечает левое полушарие мозга, а память, жизненно важный опыт, система ассоциаций, возможности человека делать прогноз лежат на правом полушарии мозга. прежде чем поступить в правое полушарие информация проходит через семантический фильтр и, если она жизненно важна для человека, она поступает в правое полушарие, где обогащает структуру понятий, встраивается в систему

долговременной ассоциативной памяти. поскольку ассоциативная память связана с системой взаимосвязанных образов, то можно высказать гипотезу, что информация образующая тезаурус человека представлена в виде образов. Эта жизненно важная информация, постепенно накапливаясь, изменяет информационную структуру или матрицу человека, что позволяет ему перейти на новый уровень развития, то есть реализовать принцип саморазвития. Переход на новый уровень развития происходит с изменением характера оперативного управления, изменением работы левого полушария мозга. Уровень самосохранения системы при этом становится выше, так как прогностическая способность системы, ее тезаурус качественно изменились.

Таким образом, у человека существует два контура, циркуляции информации (Рис.1).

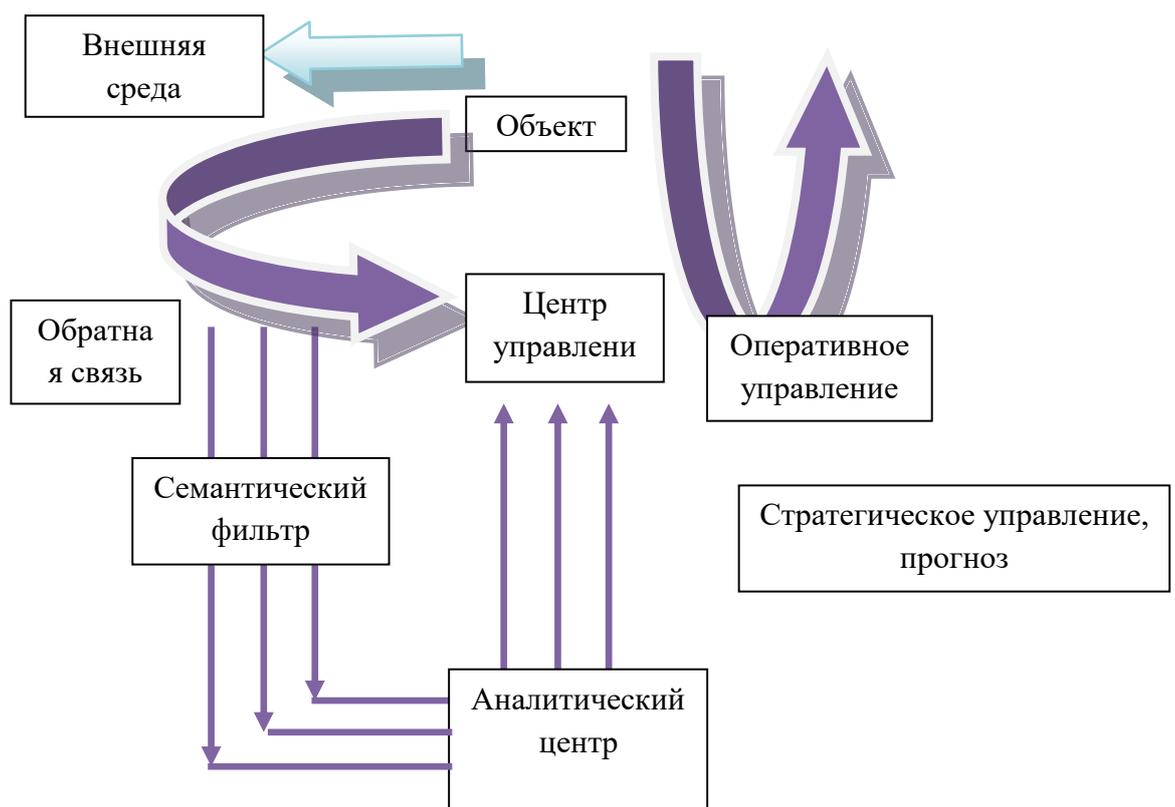


Рис.1

Информационная модель обучающейся системы

В первый контур, который открыт для окружающей информационной среды, поступает вся внешняя информация. Человек действует, принимая решения на основе этой информации. отрицательная обратная связь с оперативным центром управления позволяет человеку корректировать последствия своих действий, поступков. Любое отклонение, угрожающее самосохранению индивида, учитывается и устраняется. Это делается на основе информации, поступившей из внешнего мира. При этом в левом полушарии мозга человека вырабатывается новая информация, которая в виде управленческих решений (команд) и начинает свой круговорот в первом контуре.

Второй контур циркуляции информации является внутренним. В нем, как мы иногда говорим «прокручиваются мысли в голове». Чтобы попасть во внутренний контур из внешнего контура, информация должна пройти семантический фильтр. Эта информация имеет ассоциативный образный характер, она встроена в систему понятий и определяет уровень развития человека.

Учитель, как организатор учебного процесса, является центром управления деятельности ученика. Сам учебный процесс можно условно рассматривать как процесс циркуляции информационного потока между учителем и учеником, т.е. если в информационную модель ученика включить учителя, то у ученика, кроме внутреннего центра оперативного управления учебной деятельностью появится еще и внешний центр - учитель. Существенно то, что учитель всегда играет две роли: первая роль заключается в том, что он является носителем учебной информации, которую передает ученику; вторая роль, возможно более важная, состоит в том, что учитель выступает как центр управления, контроля и диагностики учебного процесса. Эффективно вторую роль учитель начинает выполнять, если, с точки зрения кибернетики, существует отрицательная обратная связь между ним и учеником. Если отрицательная обратная связь отсутствует, или ее

механизмы несовершенны, то информация об учебном процессе, о нежелательных отклонениях в обучении ученика недостоверна или неполна. Учитель, как внешний управляющий центр, не контролирует учебный процесс, не дает своевременной диагностики и соответственно не принимает правильных управленческих решений.

Таким образом, принципиально важно наладить непрерывный поток информации не только от учителя к ученику, но и от ученика к учителю. особенно это важно на начальной стадии обучения, когда собственные механизмы управления, контроля и диагностики, завязанные на внутренний центр управления, у ученика не отлажены. по мере совершенствования этих механизмов ученик приобретает навыки самостоятельного обучения.

На первоначальной стадии обучения, роль учителя состоит не только в передаче знаний, управлении и контроле над процессом обучения. очень важно, что к процессу обучения учитель подключает свой внутренний контур, свой тезаурус, опыт и делает прогноз будущих перспектив развития ученика. Это позволяет учителю своевременно изменять тактику оперативного управления учебным процессом, вносить принципиальные коррективы, важные для будущего развития личности ученика. Для принятия этих решений чрезвычайно важной является не только информация об учебном процессе (знает - не знает, умеет - не умеет и т.д.), но и психолого-педагогическая информация об ученике. Для создания потока этой информации в первом внутреннем контуре учителя существенное значение имеют все формы взаимодействия учителя с учеником. информация, существенная для учителя, как воспитателя, и предметника профессионала, попадает во второй внутренний контур, изменяет структуру ассоциативных связей у учителя, обогащает ее. Эта информация позволяет: во-первых, совершенствоваться профессионально (саморазвиваться); во-вторых, принимать управленческие решения, с учетом прогноза на будущий ход развития личности, даже на тот временной промежуток, когда учебный

процесс, в котором задействованы две стороны - учитель и ученик, прекратился. Тот факт, что ученик, в процессе взаимодействия с учителем, может пользоваться его опытом для планирования своей жизненной траектории является самой главной отличительной чертой, в сравнении с взаимодействием ученика с обучающими компьютерными системами. Во взаимодействии с обучающими компьютерными системами ученик может рассчитывать только на свой тезаурус, который вероятнее всего у него несовершенен и находится в стадии становления. поэтому роль учителя, даже при наличии совершенных компьютерных систем обучения, останется чрезвычайно важной, именно в этом плане. Это связано с тем, что только человеку свойственно ассоциативность в мышлении и эмоциональная мотивация к деятельности. Чувства не возможно запрограммировать, а именно они базируются на информации, циркулирующей во втором контуре и хранящейся в долговременной памяти.

Но функции первого контура оперативного управления текущей информацией и коррекция отклонений от заданного режима выполнения заданий, накопление информации, хранение и переработка ее, с целью выделения и анализа существенных изменений в ходе учебного процесса компьютер может взять на себя. Рассмотрим основные моменты, связанные с организацией взаимодействия ученика и компьютера, при создании динамических адаптивных тестов.

В любом виде профессиональной деятельности существуют определенные навыки и умения, требующие автоматизма в их выполнении. Этот автоматизм, когда не требуется отслеживания каждой операции или действий, достигается путем выполнения тренировочных упражнений. В каждом задачнике по математике набор таких тренировочных упражнений предусматривается. Динамические адаптивные тесты представляют собой серию однотипных заданий, выполняемых по одному и тому же алгоритму. их можно рассматривать, как компьютерный вариант тренировочных

упражнений по математике, для обучения алгоритмической деятельности. при этом имеются существенные отличия от серии обычных тренировочных заданий. Во-первых, при тестировании в системе динамических адаптивных тестов задания практически не повторяются. Этим достигается индивидуальный характер выполнения тестовых упражнений. Делается это с помощью приема рандомизации параметров задания. Во-вторых, в компьютерном варианте задания имеют интерактивный характер, при котором учащийся, может манипулировать алгебраическими объектами, преобразуя их при выполнении заданий. В-третьих, только в компьютерном варианте информация может подаваться полимодальным образом, то есть задействуется все каналы восприятия информации. Это цветное оформление алгебраических объектов, звуковые эффекты и т.п.

В отличие от традиционных тестов динамические адаптивные тесты имеют возможности создания диалога между учеником и компьютером. Эмоциональная окраска динамических адаптивных тестов поддерживает работоспособность учеников в течение достаточно длительного времени. при этом компьютер ведет протоколы (записи) в которых записываются успехи и неудачи ученика при выполнении тестовых заданиях. Тестирование можно проводить, как в индивидуальном порядке, так и фронтально.

Рассмотрим основные программные блоки компьютерной модели динамических адаптивных тестов. первый блок программы тестов отвечает за генерацию заданий. Возможны различные режимы работы этого блока. основных можно указать два. первый режим - генерация заданий и организация обратной связи осуществляются без учета предыстории выполнения предыдущих заданий. Это система генерации заданий без адаптации к уровню достижений ученика. Такая система ближе к реальной жизни, где ученику придется решать проблемы поставленные жизнью, которая, вообще говоря, не учитывает уровень его готовности к решению проблем. Второй режим генерации заданий и организации обратной связи

адаптивный. В этом режиме для каждого задания устанавливается обратная связь, с учетом уровня достигнутого данным учеником. Тем самым реализуется дифференцированный подход к учащимся, который “..предусматривает не снижение сложности и объема знаний для слабоуспевающих, а прежде всего усиление текущей помощи им..” [В.А. Басова, 1997 г., с.122]. при этом ученик избегает экстремальных ситуаций и его уровень постепенно растет. Второй блок отслеживает процесс выполнения заданий учеником, записывает в память машины информацию о результатах работы ученика и по заданным правилам делает компьютерный анализ процесса обучения. Этот блок, по сути, является центром управления идущей от ученика информации, и реализует принцип обратной связи. обратная связь необходима для управления, контроля и диагностики процесса тестирования на основе динамических адаптивных тестов.

Самая примитивная информация, это информация о том, правильно или неправильно выполнено очередное задание. Количественно эта информация может быть выражена, например, так: правильно - 1, неправильно - 0. информация накапливается в памяти машины в специальном файле и поскольку тест подразумевает несколько сеансов работы с ним, то она позволяет отследить динамику процесса обучения в зависимости от номера сеанса. В ходе тестирования эта информация в обязательном порядке должна сообщаться ученику, причем не в конце работы с тестом, а непосредственно после каждого задания.

Нами был проведен педагогический эксперимент в Норильской школе Красноярского края, когда школьникам 9 классов было предложено работать с динамическими адаптивными тестами и никакой текущей информации, о том правильно или неправильно выполнил ученик задание ему не сообщалось. Ученик мог узнать итог работы, только по окончанию тестирования. Количество заданий в тесте было 10. Результат был такой, что из 30 испытуемых всего лишь 3 ученика работали с динамическими

адаптивными тестами проявляя интерес. Остальные либо отказывались работать, либо работали без интереса и видимых успехов. Это говорит о принципиальной важности обратной связи и создании контура постоянно циркулирующей оперативной информации.

Если ставится цель повысить диагностические возможности динамических адаптивных тестов, то ставится задача отследить характер и типы ошибок, которые допускает ученик при выполнении текущего задания, а также время выполнения каждой операции и суммарное время затраченное на задание. Объем считываемой информации резко возрастает, но вместе с тем у теста появляются не только контролирующие, но и диагностические возможности.

Понятно, что типы ошибок должны быть строго определены, как количественно, так и качественно. Например, в динамических адаптивных тестах по теме «преобразование квадратичной функции» (9 класс) число возможных ошибок - 5 и все они математически строго идентифицируются. Получение и накопление такой информации позволяет ученику поставить диагноз, где, на каком этапе он совершает ошибки и соответственно принять меры к их недопущению в следующих заданиях.

Для учителя, подобного рода информация позволит провести диагностику не только конкретным ученикам, но и выявить слабые места в собственной методике. Собственные субъективные представления об эффективности или неэффективности тех или иных методик и методических приемов заменяются, при работе с динамическими адаптивными тестами, на объективные компьютерные измерения и анализ. Это позволит учителю осознанно управлять учебным процессом.

Другой целью получения информации может быть психолого-педагогическое исследование процесса решения задач. Для этих целей компьютер позволяет записывать наиболее полную информацию, включая

компьютерную запись всех операций производимых учеником с хронометражем времени и фиксацией типов ошибок. В этом случае учитель, или педагог - исследователь может, после окончания работы ученика с динамическими адаптивными тестами, просмотреть и исследовать полную запись всех преобразований, которые выполнял ученик. Компьютер позволяет в определенной мере отразить «траекторию» мыслительного процесса ученика при выполнении задания.

На наш взгляд для оперативного управления, контроля и диагностик такая подробная информация ученику не нужна, а вот учителю, или педагогу - методисту эта информация позволит не только выявить особенности процесса выполнения заданий теста, но и более дифференцированно подойти к обучению учеников. Например, выявить скорость обучаемости учеников алгоритмам и т.д. Это позволит ввести объективные критерии для реализации методологии дифференцированного подхода к процессу обучения и идеологии личностно-ориентированного обучения.

Деятельностный характер работы с заданиями тестов обусловлен их внутренней идеологией, которая основана на принципах компьютерного моделирования алгебраических объектов по заданным свойствам, либо на извлечении информации о свойствах алгебраических моделей из наблюдений за ними. Абстрактная информация, представленная в наглядном, образном виде лучше проходит через семантический фильтр и эффективнее встраивается в систему ассоциирующих образов правого головного мозга. Здесь большое значение имеет то, что компьютер позволяет ученику манипулировать алгебраическими объектами или конструировать те или иные ситуации, создавая тем самым собственный алгебраический «мир». Эффект компьютерной виртуальности здесь отсутствует из-за абстрактного характера математики.

Динамические адаптивные тесты приобретают совершенно новые качества, если включить фактор времени, то есть ввести ограничения на время выполнения задания. Это создает мини стрессовую ситуацию для ученика и тем самым позволяет мобилизовать его внутренние ресурсы. При этом создается соревновательный эффект работы на время. В динамических адаптивных тестах заложен принцип бесконфликтности в процессе обучения, формирования, как можно более гладкой, без больших скачков траектории учебного процесса на наш взгляд снижает роль отклонений от нормы. Всякая ошибка, неспособность решить стандартную задачу есть отклонение от нормы, и именно оно дает тревожный управляющий сигнал ученику. В динамических адаптивных тестах без адаптации таких сигналов может быть целая серия и это, для ученика уже не досадная случайность, а «система отклонений». Динамические адаптивные тесты обладают более объективными диагностическими возможностями, так как адаптация или приспособление к существующему уровню знаний и умений ученика позволяют точнее определить этот уровень.

### Выводы по главе 1

1. Мы провели анализ УПДУ и условно выделили в ней две составляющие: предметную и учебную, охарактеризовав их содержание, предмет, объект и результаты. основываясь на деятельностном подходе к процессу обучения, выделили четыре основных уровня усвоения УПДУ и делаем следующие заключения:

- основой для формирования УПДУ является определенная система знаний, умений, навыков и представлений, соответствующих целям деятельности;
- уровень сформированности предметной и учебной деятельности определяется степенью самостоятельности в применении знаний при решении задач и анализе ситуаций.

2. В динамических адаптивных тестах мы раскрыли возможность организации отрицательной обратной связи и соответствующего компьютерного управления процессом тестирования ученика. На основе получения оперативной информации в результате стандартного тестирования и компьютерного тестирования преподаватель может контролировать и при необходимости корректировать процесс учебной деятельности ученика, то есть управлять УПДУ. Это существенно усиливает роль компьютерного тестирования в управлении УПДУ.

3. Нами были предложены и проанализированы информационные модели процесса обучения алгоритмической деятельности и динамических адаптивных тестов.

## **ГЛАВА 2. Методика применения динамических адаптивных тестов**

### **§4. Дидактические особенности динамических адаптивных тестов в обучении математике в средней школе**

В учебно-методическом комплексе А.Г. Мордковича по алгебре приведены тесты, цель которых контроль и соответствующая коррекция учебного процесса. Каждая тема представлена тестами в 4-х вариантах из 5 заданий. итоговый тест состоит из 9 - 10 заданий. Все тестовые задания являются закрытыми. Ученик должен выбрать правильный ответ из четырех предложенных. Темы тестов и их задания, методически продуманы с точки зрения целесообразности и важности учебного материала и охватывают все основные математические определения и понятия. Но такой контроль не позволяет реализовать в полной мере: а) дифференцированный подход в управлении учебной деятельностью учеников в процессе изучения математики; б) формирование опыта использования математических понятий «на наглядно – интуитивном и рабочем уровне».

Динамические адаптивные тесты по математике существенно расширяют возможности управления и контроля за УПДУ. Обусловлено это тем, что в основу динамических адаптивных тестов заложены компьютерные модели алгебраических понятий и объектов, с которыми учащиеся осуществляют активную целенаправленную деятельность. При выполнении традиционных тестовых заданий по математике, умственная деятельность ученика полностью закрыта для учителя. Информации, которую получает учитель, явно не достаточно для реализации принципа индивидуального подхода к обучению учащихся. Динамические адаптивные тесты по математике дают возможность «развернуть» деятельность учеников по выполнению тех или иных заданий. Применение динамических адаптивных тестов в большей степени, чем традиционные методы, обеспечивает взаимодействие наглядно-образного и словесно-логического мышления.

В динамических адаптивных тестах мы используем задания, в которых реализуется аналитический и геометрический подходы к их выполнению. Такие как: 1) геометрические образы алгебраических объектов, которыми ученик может управлять (смещать, деформировать и т.п.); 2) фиксированные (статичные) геометрические образы алгебраических объектов.

Алгебраических объектов может быть один или несколько. Например, задания по преобразованию графиков функций содержат один управляемый алгебраический объект - график функции, в заданиях по нахождению наибольшего или наименьшего значения функции также один управляемый объект - ордината, с точкой скользящей по графику функции, который статичен. Примерами заданий, в которых управляемых объектов два или более являются: задания по конструированию графиков кусочных функций; задания по графическому решению уравнений, систем уравнений и неравенств и т.п.

В данном параграфе на примерах покажем, что диапазон алгебраических упражнений расширяется с применением динамических адаптивных тестов в процессе обучения математики.

***Примеры динамических адаптивных тестов по теме «Линейная функция» (7кл.)***

***Пример 1.*** Компьютер формирует таблицу значений функции  $a \cdot x + b \cdot y + c = 0$  и аргумента и выводит ее на экран дисплея в окно заданий. Задание состоит в том, что: во-первых, ученик должен поставить объекты - точки на координатной плоскости в положения соответствующие табличным значениям; во-вторых, определить вид линейной функции, то есть найти, чему равны параметры  $a$ ,  $b$ ,  $c$ . Пространством, в котором ученик осуществляет деятельность, является координатная плоскость (Рис.2).

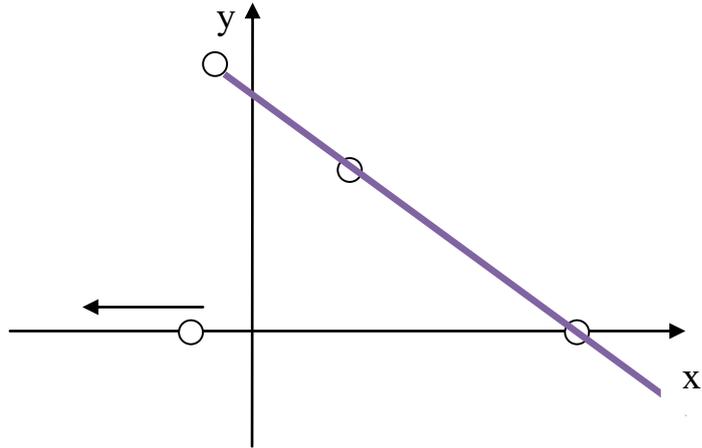


Рис. 2

Ученик перемещает очередной объект - точку используя клавиши  $\leftrightarrow\updownarrow$ . Управляемыми объектами являются точки. Положение точки фиксируется нажатием клавиши ENTER и изменением цвета. После этого, в начале координат, появляется новый объект - точка. Число объектов - точек равно числу табличных значений функции.

Для того чтобы ученик мог выполнить вторую часть задания, две точки из таблицы имеют координаты  $(0, y_0)$  и  $(x_0, 0)$ . Ученик должен сообразить, что набор параметров  $a, b$  и  $c$  не единственный. Например, числа  $a \cdot t, b \cdot t, c \cdot t$  также удовлетворяют уравнению искомой прямой. Найденные значения параметров уравнения прямой  $a \cdot x + b \cdot y + c = 0$  ученик вводит в компьютер с клавиатуры. Если первая часть задания активизирует наглядно – образное представление о функции, то вторая часть задания требует от ученика абстрактно – логического анализа ситуации.

**Пример 2.** Компьютер генерирует уравнение линейной функции  $y = k \cdot x + b$ . Необходимо объект - график линейной функции, расположенный случайным образом на координатной плоскости преобразовать в график заданной линейной функции.

Используя клавиши управления, ученик может смещать график линейной функции вдоль вертикальной оси координат  $Oy$  и изменять угол его наклона.



Рис. 3

Начальное состояние графика линейной функции – случайное.	Конечное состояние - удовлетворяет заданному уравнению.
---	---

Объект – график линейной функции ученик может смещать вдоль осей координат, изменять его угол наклона, отражать график относительно оси  $Oy$ . Данный динамический адаптивный тест позволяет учителю получить информацию о том, сводит ли ученик решение к известному или пытается найти прямой путь решения.

В стандартном курсе школьной алгебры ученики обычно решают задачи по преобразованию графика функции  $y = x$  в график функции  $y = k \cdot x + b$ . Поэтому, выполнять задания, предлагаемые в данном динамическом адаптивном тесте можно в два этапа: первый - начальный график функции преобразуется в график функции  $y = x$ ; второй – график функции  $y = x$ , по известным правилам преобразуется в искомый график. Прямой путь решения задачи предполагает непосредственный переход от начального графика к искомому.

**Пример 3.** В окне заданий компьютер выводит линейную функция  $y = k \cdot x + b$  параметры которой разыгрываются случайным образом. Ученик должен выполнить следующие задания:

а) преобразуя объект - график  $y = x$  сконструировать график  $y = k \cdot x + b$ ;

б) решить уравнение  $k \cdot x + b = 0$  (с указанием не только численного значения корня, но и его положения на числовой оси с помощью объекта - точки, который ученик может перемещать вдоль оси  $Ox$ );

в) решить неравенство  $k \cdot x + b > 0$ ,  $k \cdot x + b < 0$ . Неравенство ученик решает с помощью компьютерной штриховки, соответствующего луча числовой оси.

В данном случае задания динамического адаптивного теста носят комплексный характер. Их выполнение разбивается на три этапа: а) конструирование графика линейной функции; б) решение линейного уравнения; в) решения неравенства и представляет решение трех взаимосвязанных задач.

Например, компьютер генерировал задание в специальном окне экрана дисплея, в виде:

1. Преобразуйте график функции  $y = x$  в график функции  $y = 3 \cdot x - 9$ .
2. Укажите с помощью объекта - точки корень уравнения  $3 \cdot x - 9 = 0$  и введите его значение в компьютер.
3. Используя объект - штриховку укажите область решения неравенства  $3 \cdot x - 9 > 0$ .

Числовое значение коэффициента  $k = 3$  и константы  $b = -9$  являются результатом работы генератора случайных чисел. Ограничение на множество

их значений связано с тем, что корень уравнения должен принадлежать узлу координатной сетки (Рис. 4).

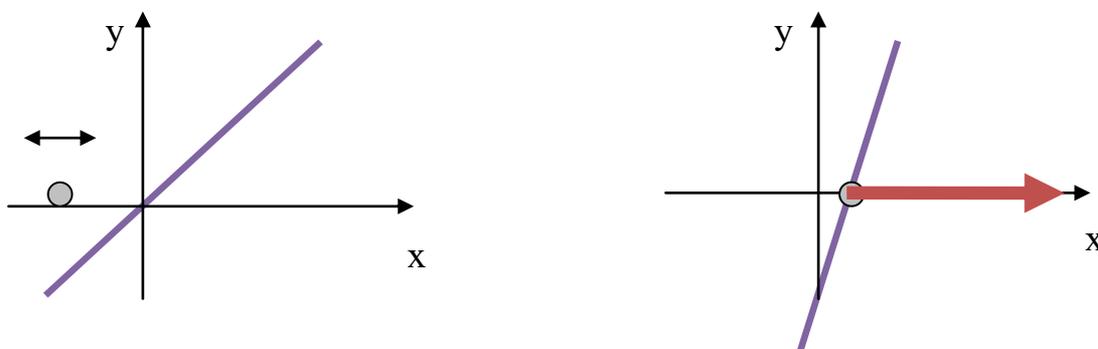


Рис. 4

Начальное положение объектов на координатной плоскости.	Прямая линия - график функции $y = 3 \cdot x - 9$ . Точка - корень уравнения $3 \cdot x - 9 = 0$ .
---	---

Решение неравенства  $3 \cdot x - 9 > 0$  выделено жирной стрелкой. Начало луча выколота точка. Это означает, что точка  $x = 3$  не является решением неравенства.

В приведенном примере можно видеть элемент так называемой «спиральной структуры знаний». В 8-ом классе, когда будет изучены аналогичные темы, связанные с квадратичной функцией можно применять динамический адаптивный тест, в котором «спиральная структура знаний» реализована полностью. Например: задания генерируются в следующей последовательности - 1-й цикл график линейной функции - линейное уравнение - линейное неравенство, 2-й цикл график квадратичной функции - квадратичное уравнение - квадратичное неравенство.

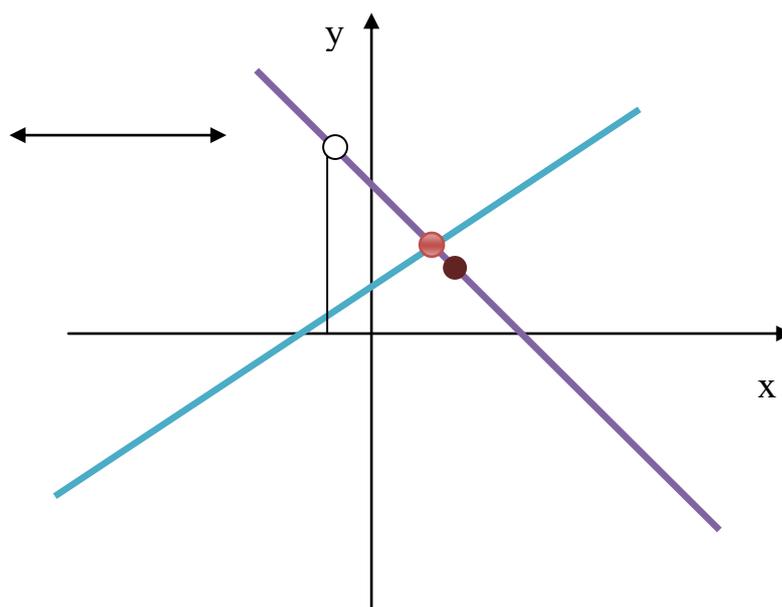
В этом случае полнота системы математических упражнений обеспечивает достаточно богатое понятийное окружение. Важно добиваться как можно более богатого понятийного окружения, «терминологической»

окрестности понятия. Динамические адаптивные тесты позволяют это сделать естественно. Учебная деятельность ученика при этом носит характер сравнения, его знания становятся более глубокими и осмысленными.

**Пример 4.** Генерируется система двух линейных уравнений.

$$\begin{cases} a_1 \cdot x + b_1 \cdot y + c_1 = 0 \\ a_2 \cdot x + b_2 \cdot y + c_2 = 0 \end{cases}$$

Задача состоит, в том, чтобы найти решение этой системы. В окне координатной сетки имеется объект - график функции  $y = x$ . Ученик с помощью управляющих клавиш преобразует объект - график функции  $y = x$  в график первой линейной функции  $y = a_1 \cdot x + b_1 \cdot y + c_1$  и вводит результат



клавишей ENTER. После ввода графика функции  $y = a_1 \cdot x + b_1 \cdot y + c_1$ , объект - график функции  $y = x$  появляется снова, и ученик преобразует объект, в график второй линейной функции  $y = a_2 \cdot x + b_2 \cdot y + c_2$ . По завершению конструирования второго графика он снова нажимает клавишу ENTER и переходит к определению координат точки пересечения графиков линейных функций или к нахождению решения системы линейных уравнений (Рис.5).

Рис. 5

Объект – ордината с точкой, которая скользит по одному из графиков.

**Пример 5.** Генерируется квадратичное уравнение  $a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$ . Параметры  $a$ ,  $b$  и  $c$  выбираются случайным образом. Ограничения на их рандомизацию определяются тем, что корни уравнения целые числа и вершина параболы находится в узле координатной сетки. При выполнении задания ученик должен: а) осуществить преобразования графика «родовой» функции  $y = x^2$  в график функции  $y = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$ ; б) найти корни уравнения по точкам пересечения графика с осью  $Ox$  и ввести их значения в компьютер. На рис.6 показано начальное положение объекта – графика  $y = x^2$  и конечное положение - график функции  $y = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$ .

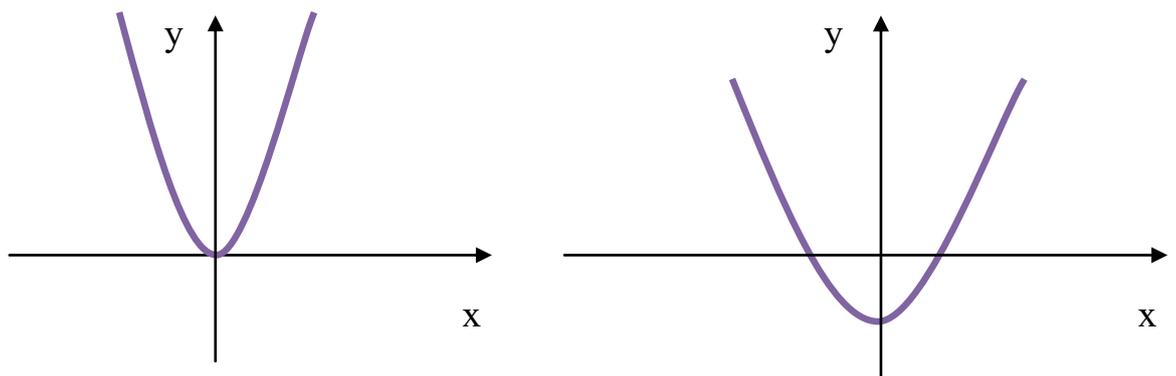


Рис. 6

В результате преобразования графика квадратичной функции ученик находит корни уравнения  $x_1, x_2$ , как точки пересечения с осью  $Ox$ .

Особенностью курса алгебры А.Г. Мордковича является систематическое изучение математических моделей. В качестве приоритетной содержательно - методологической линии школьного курса алгебры им выбрана функционально - графическая линия. Как пишет А.Г. Мордкович "... какой бы класс функций, уравнений, выражений не изучался, построение материала всегда осуществляется по жесткой схеме: функция - уравнения - преобразования".

Предлагаемые динамические адаптивные тесты по математике являются компьютерными моделями математических моделей. Объединяющим началом динамических адаптивных тестов по математике является функционально-графическая линия. Оперируя с геометрическими моделями алгебраических объектов, ученик включает механизмы целостной переработки информации. Работая над преобразованием геометрического образа алгебраического объекта, ученик постигает динамику явления и полноту представлений. Таким образом учащийся приобщается к диалектике мысли.

Динамические адаптивные тесты предлагают каждому из учеников серию аналогичных заданий. Например, серию заданий, в каждом из которых ученик должен решить квадратичное уравнение или решить неравенство и т.п. Принцип рандомизации (генерирование значений с помощью генератора случайных чисел) параметров квадратичных уравнений дает возможность реализовать случайный набор таких упражнений для каждого из учеников. Сравнение аналогичных заданий позволяет сформировать у школьников умение находить сходства и различия между ними, активизирует их мыслительную деятельность по выработке правильного алгоритма выполнения заданий данного типа. Динамические адаптивные тесты дают учителю достаточно полную информацию о процессе формирования алгоритма у учащихся, о том как протекает этот процесс во времени, какие характерные ошибки совершаются при этом и т.д. Это, в свою очередь, позволяет изменять управляющие воздействия, повышать эффективность контроля за ходом учебного процесса.

В процессе работы с динамическими адаптивными тестами, ученик использует метод сравнения. Рассмотрим особенности применения сравнения в таких тестах. Сравнение осуществляется в двух основных формах: сопоставления и противопоставления. Противопоставление направлено на уяснение отличительного, в предметах и явлениях, при

выделении существенных признаков и свойств. Сопоставление направлено на выделение существенных свойств, общих для ряда объектов.

Выполняя серию аналогичных алгоритмических заданий, учащиеся должны в результате сопоставления выяснить то общее между заданиями, что составляет алгоритмические правила, например, правила преобразования графиков функций, или правила нахождения решения уравнений, неравенств и т.д. Сходство между заданиями в динамических адаптивных тестах - в алгоритме их выполнения. Опыт применения этих тестов в учебном процессе подтверждает тот факт, что учащиеся сравнительно легко устанавливают различия в предъявляемых им заданиях, и существенно сложнее устанавливают, общие для заданий алгоритмические правила. Информация, полученная с помощью динамических адаптивных тестов, дает учителю возможность выяснить, что вызывает наибольшие затруднения при обучении алгоритму решения алгебраических задач. Учитель с помощью этих тестов может выяснить степень полноты сравнения проведенного учеником при выполнении серии аналогичных заданий.

Чаще всего в динамических адаптивных тестах реализуется последовательное сравнение, то есть каждое следующее задание, (объект) сравнивается с предыдущим. Если же задания подаются укрупненными блоками, то учащиеся проводят параллельные сравнения [П.П. Дьячук, Е.В. Лариков, Г.В. Лукьяненко, 1995 г.].

Повторное применение динамических адаптивных тестов в учебном процессе дает эффект отсроченного сравнения. Он заключается в том, что при повторной работе процессы сопоставления и противопоставления аналогичных объектов протекают гораздо быстрее и качественнее.

При переходе от работы с динамического адаптивного теста - «линейная функция» к «Квадратичная функция» и далее к «Тригонометрические функции» наблюдается, как пишет В.А. Далингер

«...транслирующее: повторное применение аналогии в условиях той же учебной ситуации; переход к другой учебной ситуации, в чем - либо аналогичной первой» [В.А. Далингер, 2001 г., с.73].

Кроме, рассмотренного выше метода сравнения аналогичных заданий, другой методической основой динамических адаптивных тестов по математике является двойственность природы учения. Задания должны сочетать: геометрическое и аналитическое; активное и пассивное; качественное и количественное; абстрактное и конкретное; образное и речевое, прямая и обратная задачи и т.д. Например: «Преобразование графика квадратичной функции» должен включать в себя следующие задания:

1. Дана аналитическая форма уравнения. Надо построить соответствующий геометрический образ.

2. Дан геометрический образ. Надо получить аналитическую форму этому образу.

3. Дана качественная аналитическая форма. Надо найти соответствующий качественный геометрический образ.

4. Дан качественно геометрический образ. Надо найти качественное аналитическое описание этого геометрического образа.

5. Даны частные количественные характеристики квадратичной функции (например, корни и координата у вершины параболы) Надо найти, геометрический образ и получить аналитическое уравнение параболы.

Информация, считываемая компьютером, при работе с динамическими адаптивными тестами такого типа, более разнообразная и может быть классифицирована по типам заданий. Соответствующие диагностические выводы об учебной деятельности учеников будут отражать не только количественные, но и качественные особенности математической деятельности учеников.

В заданиях динамических адаптивных тестах целесообразно представлять одновременно взаимно обратные действия и операции. Например, серия заданий может быть представлена заданиями: а) сконструировать график функции по заданной формуле; б) восстановить аналитическое выражение функции по графику. В заданиях типа "а" ученик действует активно. Преобразуя геометрический образ алгебраического объекта, он совершает деятельность не только в мысленном, но и предметном плане. В заданиях "б" ученик проводит анализ свойств графика, переводя их в аналитическую форму. Его деятельность в предметном плане пассивна, в тоже время ученик должен активно осуществлять деятельность мысленного плана. При этом выходная информация о его деятельности гораздо меньше, нежели в случае "а".

Динамические адаптивные тесты создают условия для проявления интеллекта ученика, усиливают роль самостоятельности в процессе выполнения заданий. Такие тесты используют возможности компьютерной техники для широкого использования методического приема превращения известного, простого в непонятное. Например, задание по конструированию графика линейной функции предстает в новом необычном для ученика виде, если ученик должен сконструировать график линейной функции симметрично расположенный относительно оси  $Ox$  заданному графику. Это задание требует от ученика привлечения представлений о симметрии, и прежняя задача предстает перед учеником в новом виде.

Задания в динамических адаптивных тестах должны составляться с учетом особенностей всех видов УПДУ при изучении математики. Они должны включать в себя переходы от аналитических упражнений к синтетическим, от индукции к дедукции, от единичной связи к множественным связям. Эвристические приемы, сочетающиеся с методом проб и ошибок должны перерастать в алгоритмические. Эти тесты позволяют получать информацию о диалектике перечисленных процессов.

Динамические адаптивные тесты помогают процессу, в котором знания учеников подвергаются качественному преобразованию - от уровня разрозненности к уровню целостности.

В методике применения динамических адаптивных тестов важную роль играет информация, которую ученик получает по обратной связи. Эта информация является корректирующим воздействием на деятельность ученика при выполнении заданий. Частота подачи информации зависит от того, как ученик осуществляет процесс решения. По обратной связи ученик должен получать информацию: а) о том правильно или неправильно он выполнил текущую операцию (действие); б) о возможности или необходимости обратиться за справкой, теоретическими сведениями и т.п.

Рассмотрим пример 5, приведенный выше. В нем описан сценарий по графическому решению квадратных уравнений  $a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$ . Компьютерный механизм обратной связи должен обеспечивать появление на экране дисплея: а) результата выполненного очередного задания, типа правильно, неправильно; б) информации о том, как осуществляется переход от уравнения  $a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$  к уравнению  $a \cdot (x - x_0)^2 + y_0 = 0$  и соотношения между параметрами  $a = a$ ,  $x_0 = b / 2 \cdot a$ ,  $y_0 = c - b^2 / 4 \cdot a$ ; в) гистограммы параметров квадратного уравнения  $a$ ,  $x_0$ ,  $y_0$  показывающую расстояние до цели (графика функции  $y = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$ ) в пространстве параметров. Информация, соответствующая: пункту а) появляется по окончании выполнения каждого задания, пункту б) – по желанию ученика, (то есть ученик, всегда имеет возможность вызвать сведения о том, как выделяется полный квадрат, то есть

$$a \cdot x^2 + b \cdot x + c = a \cdot (x + b / 2 \cdot a)^2 + c - b^2 / 4 \cdot a,$$

пункту в) - появляется с определенной частотой. Частота оказываемой ученику помощи убывает до нуля, по мере овладения учеником алгоритмической деятельностью.

## **§ 5. Динамические адаптивные тесты по математике (7-9 класс)**

В учебном комплексе А.Г. Мордковича приведены итоговые тесты. Все тестовые задания являются закрытыми. Учитывая, что темы тестов и их задания, методически продуманы с точки зрения целесообразности и важности материала, мы, применяя динамические адаптивные тесты, будем:

а) придерживаться последовательности тем и содержания заданий тестов А.Г. Мордковича; б) используя возможности компьютерных технологий усиливать содержательную и исполнительную часть заданий.

Мы ограничимся теми заданиями, в которых можно реализовать аналитический и геометрический подходы к их выполнению. Это связано с тем, что динамические адаптивные тесты наиболее эффективны тогда, когда учебная деятельность носит предметный, образный характер.

В тестах будут использоваться: 1) геометрические образы алгебраических объектов, которыми ученик может управлять (смещать, деформировать и т.п.); 2) фиксированные (статичные) геометрические образы алгебраических объектов. Алгебраических объектов может быть, в зависимости от условия задачи, один или несколько. Например, задания по преобразованию графиков функций содержат один управляемый алгебраический объект - график функции, в заданиях по нахождению наибольшего или наименьшего значения функции также один управляемый объект - ордината, с точкой скользящей по графику функции, который статичен. Примерами заданий, в которых управляемых объектов два или более являются: задания по конструированию графиков кусочных функций; задания по графическому решению уравнений, систем уравнений и неравенств; задания по построению функций заданных табличным способом.

Динамические адаптивные тесты организованы так, что при работе с ними ученик должен выполнить серию аналогичных заданий. При этом он

получает тренаж и усваивает алгоритм решения данного типа задания. Однако возможна другая форма организации этих тестов. Она отвечает тестовому контролю. В этом случае ученику предлагается комплекс заданий, отражающий обязательный минимум знаний, умений и навыков.

## 7 класс

### 1. **Динамические адаптивные тесты по теме «Линейная функция»**

1. Генератор заданий случайным образом выбирает линейную функцию  $a \cdot x + b \cdot y + c = 0$ . Затем рассчитывается таблица значений этой функции. В окно заданий выводится таблица значений аргумента и функции. Задание состоит в том, что: во-первых, ученик должен поставить объекты - точки на координатной плоскости в положения соответствующие табличным значениям; во-вторых, определить вид линейной функции, то есть найти, чему равны параметры  $a, b, c$ .

2. В окно заданий выводится таблица значений координат точек. В окне координатной сетки выведен график линейной функции. Ученик должен поставить объекты – точки в положения соответствующие их координатам и определить, какие точки не принадлежат графику линейной функции. Затем он должен найти уравнение графика функции.

3. В окне заданий генерируется уравнение линейной функции в виде  $a \cdot x + b \cdot y + c = 0$ . Параметры  $a, b$  и  $c$  выбираются случайным образом на множестве целых чисел, которое ограничивается размерами окна координатной сетки. Ученик должен: а) используя объект – график линейной функции  $y = x$ , сконструировать график линейной функции  $a \cdot x + b \cdot y + c = 0$ ; б) найти угловой коэффициент  $k$  и константу  $b$  и записать уравнение линейной функции в виде  $y = k \cdot x + b$ ;

4. Генерируется прямо пропорциональная зависимости  $y = k \cdot x$ . На координатной сетке объект – график функции  $y = x$ . Ученик должен, поворачивая объект, сконструировать график  $y = k \cdot x$ . Коэффициент пропорциональности  $k$  выбирается случайным образом среди чисел - целых и дробных, типа  $1/2, 1/3, 1/4...$  ответ вводится нажатием клавиши ENTER.

5. После выполнения задания - 4 компьютер генерирует уравнение линейной функции в виде  $y = k \cdot x + b$ . Причем коэффициент  $k$  остается прежним, случайным образом меняется только  $b$ . Ученик должен преобразовать график функции  $y = x$  в график функции  $y = k \cdot x + b$ .

6. Генерируется уравнение линейной функции  $y = k \cdot x + b$ . Требуется объект - график линейной функции, расположенный случайным образом на координатной плоскости преобразовать в график линейной функции  $y = k \cdot x + b$ .

7. На координатной плоскости выводится график линейной функции  $y = k \cdot x + b$ . Там же имеется объект - график функции  $y = x$ . Задание ученику сконструировать график функции  $y = k_1 \cdot x + b_1$ , расположенный симметрично графику функции  $y = k \cdot x + b$  относительно: или оси  $Ox$ ; или оси  $Oy$ ; или начала координат, расположенный перпендикулярно, параллельно графику  $y = k \cdot x + b$ . Вид симметрии и взаимное расположение графиков выбирается случайным образом. После того, как ученик сконструировал искомый график, он выполняет вторую часть задания, которая состоит в определении вида уравнения  $y = k_1 \cdot x + b_1$ .

8. На координатную плоскость, где имеются только оси координат, выводится график линейной функции  $y = k \cdot x + b$ . Ученик должен определить знаки  $k$  и  $b$ .

9. В окне заданий появляется уравнение линейной функции  $y = k \cdot x + b$ , в общем виде и даны знаки параметров  $k$  и  $b$  (например,  $k > 0$ ,

$b < 0$ ). Ученик должен преобразуя объект – график функции  $y = x$  расположить его на координатной плоскости, в соответствии со знаками параметров  $k$  и  $b$ .

10. В окне заданий выводится уравнение линейной функции  $y = k \cdot x + b$  и отрезок значений аргумента  $[x_1, x_2]$ . Ученик должен определить наибольшее и наименьшее значение линейной функции на заданном отрезке. На графике линейной функции имеется объект - точка, положением которой ученик может управлять клавишами стрелка вправо, влево. Поместив объект точку в положение соответствующее наибольшему (или наименьшему значению) функции ученик нажимает клавишу ENTER, а затем, в специальном окне, вводит числовое значение.

11. В окне заданий выводится линейная функция  $y = k \cdot x + b$ . Ученик должен выполнить следующие задания:

а) преобразуя объект - график  $y = x$  сконструировать график  $y = k \cdot x + b$ ;

б) решить уравнение  $k \cdot x + b = 0$  (с указанием не только численного значения корня, но и его положения на числовой оси с помощью объекта - точки, который ученик может перемещать вдоль оси  $Ox$ );

в) решить неравенство  $k \cdot x + b > 0$  или  $k \cdot x + b < 0$ . Неравенство ученик решает с помощью компьютерной штриховки, соответствующего луча числовой оси.

12. Генерируется две линейных функции. Задание состоит, в том, чтобы найти точку пересечения графиков этих функций. В окне координатной сетки имеется объект - график функции  $y = x$ . Ученик с помощью управляющих клавиш преобразует объект - график функции  $y = x$  в график первой линейной функции и вводит результат клавишей ENTER. После ввода объект - график функции  $y = x$  появляется снова, и ученик

преобразует объект в график второй линейной функции. По завершению конструирования графика он снова нажимает клавишу ENTER и переходит к определению координат точки пересечения графиков линейных функций.

## **2. Динамические адаптивные тесты по теме «Функции и графики»**

1. Компьютер генерирует, в окне координатной сетки, точки, координаты которых находятся в узлах координатной сетки. Ученик должен определить принадлежит точка графику функции  $y = x^2$  или не принадлежит. Если точка принадлежит, то ученик должен ввести координаты точки в компьютер, если не принадлежит, то не должен.

2. Компьютер генерирует точки, принадлежащие правой, или левой ветви параболы. Задача ученика построить (с помощью объекта - точки) точки симметричные данным точкам, относительно оси  $Oy$ .

3. Случайным образом генерируется таблица координат точек. Необходимо выбрать координаты тех точек, которые принадлежат параболе и построить их, в окне координатной сетки.

4. В окне координатной сетки выведен график функции  $y = x^2$ . В окне заданий генерируются отрезки  $[x_1, x_2]$ . Задача ученика состоит в определении наименьшего или наибольшего значений функции на отрезке. Выбор вопроса делается случайным образом, также как и границы отрезка.

5. Случайным образом генерируется график кусочной функции. Один из кусков представляет собой линейную, другой квадратичную функции. Куски функций «сшиты» между собой, так что функция непрерывна. Точка сшивания, так же как и граничные точки находится в узлах координатной сетки.

Задача ученика вычислить значение функции, при  $x = x_0$  и с помощью объекта - точки указать это значение. Объект - точка перемещается вдоль оси  $Oy$ . Ответ вводится нажатием клавиши ENTER. Если значение кусочной

функции, при  $x = x_0$  не существует, то объект - точка выводится за пределы области определения кусочной функции и нажатие клавиши ENTER, будет означать, что функция не существует.

6. В окне координатной сетки выведен график функции  $y = x^2$ . Там же имеется объект - график функции  $y = x$ . (Если мы говорим объект - график, то это означает, что его можно трансформировать, или преобразовывать). В окне заданий компьютер выводит уравнение вида  $x^2 = k \cdot x + b$ . Задание состоит в том, чтобы найти корни уравнения, или убедиться в том, что их нет. Для этого ученик должен преобразовать график функции  $y = x$  преобразовать в график функции  $y = k \cdot x + b$ . В качестве ответа вводится число корней и их значение.

7. Компьютер генерирует систему двух линейных уравнений

$$\begin{cases} a_1 \cdot x + b_1 \cdot y + c_1 = 0 \\ a_2 \cdot x + b_2 \cdot y + c_2 = 0 \end{cases}$$

Коэффициенты  $a_1, b_1, a_2, b_2$  и свободные члены  $c_1$  и  $c_2$  задаются случайным образом на множестве целых чисел ограниченных размерами координатной сетки. В окне координатной сетки имеется два объекта - графика функции  $y = x$ . Ученик должен, преобразуя эти объекты, получить решение системы, как точку пересечения графиков линейных функций равных левым частям уравнений системы. После того как он определил решение системы уравнений должен ввести его в компьютер.

## 8 класс

1. **Динамические адаптивные тесты по теме «Функция  $y = k \cdot x^2$ ,  $y = k / x$ »**

1. В окне заданий компьютер генерирует уравнение гиперболы  $y = k / x$  или параболы  $y = x^2$ , где параметр  $k$  выбирается случайным образом из множества целых чисел 1, 2, 3, ... и дробных чисел, вида 1/2, 1/3, 1/4, ...

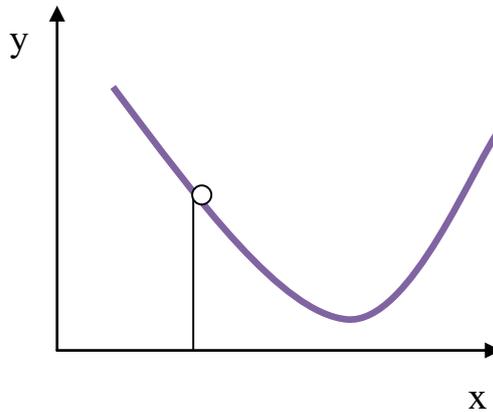
Первое задание, которое выполняет ученик состоит в определении вида “родовой” функции. (Под “родовой” функцией мы понимаем функцию, вид которой определяет семейство функций, например у семейства гиперболических функций, в качестве родовой служит функция  $y = 1/x$ ).

Для выполнения первого задания ученик просматривает меню, в котором последовательно представлены функции: парабола, гипербола, прямая линия, кубическая парабола и т.д. Если ученик сделал правильный выбор, то в окне координатной сетки появляется объект - например, график обратной пропорциональной зависимости  $y = 1/x$ . После этого ученик может приступить к выполнению второго задания - конструирования графика функции  $y = k/x$ . Эту операцию он выполняет, деформируя график «родовой функции» - растягивая или сжимая его в  $k$  раз. Если же ученик сделал неверный выбор, то ему сообщается об этом и он может продолжать процесс выбора, до тех пор, пока не сделает правильный выбор и не перейдет к выполнению второго задания. Все попытки выбора компьютер записывает в специальный файл протокол.

В тесте таких заданий несколько. Выбор вида функции делается случайным образом. Но, если в начале работы, над первым заданием, вероятность выбора каждой из функций равны по 0.5, то в следующих заданиях вероятность выбора функции, над которой ученик уже поработал в предыдущем задании, уменьшается (например, равна 0.3), а вероятность выпадения противоположной функции увеличивается (равна 0.7). Эта процедура на первый взгляд кажется излишним усложнением.

В динамических адаптивных тестах заложен принцип случайности в последовательности заданий. Этот принцип позволяет имитировать неопределенность ситуаций и выбора, как диалектическое единство категорий - случайного и необходимого. Это задание достаточно выполнить в тесте 3, 4 раза.

2. Компьютер, случайным образом, выбирает одну из функций  $y = k/x$  или  $y = kx^2$  и выводит график этой функции на координатную сетку. Одновременно с графиком выводится объект - точка с ординатой



(Рис.7)

Рис. 7

Этот объект ученик может смещать вправо и влево с помощью управляющих клавиш - стрелок. В окне заданий компьютер выводит отрезок значений иксов  $[x_1, x_2]$ , для которого ученик должен определить наибольшее или наименьшее значение функции. Вывод отрезка и соответствующего вопроса сопровождается тем, что в окне координатной сетки, на оси  $Ox$  выделяется отрезок и соответствующий ему кусок графика. При выполнении задания ученик определяет не только численное значение искомого, но и выделяет соответствующую ординату функции.

3. Следующая серия заданий динамических адаптивных тестов состоит в деятельности связанной с табличным способом задания функции. Первое задание заключается в том, что в окне заданий появляются координаты точек гиперболы  $y = k/x$  или параболы  $y = x^2$ . Ученик должен расставить точки в положения соответствующие этим координатам. Во втором задании компьютер генерирует, случайным образом, несколько точек принадлежащих гиперболе  $y = k/x$  (или параболы) на координатную сетку. Ученик должен,

из начала координат, переместить последовательно объекты - точки в положения симметричные точкам, которые были сгенерированы компьютером. Перемещение очередной объекта - точки в нужное место заканчивается нажатием клавиши ENTER.

В этом задании обязателен вопрос о характере симметрии. Иерархия процедур рандомизации заданий проводится с учетом предыстории. Первый уровень - разыгрывается вид функции, второй уровень - генерируется таблица значений функции и аргумента, третий уровень - определяется тип симметрии. После всех построений ученик должен, определить какой функции принадлежат построенные точки.

4. Компьютер генерирует график функции (параболы, гиперболы или прямой) в окне координатной сетки. Задача ученика определить график какой функции изображен на экране дисплея и найти ее параметры. Первая часть задания выполняется выбором из меню, вторая часть задания из анализа графика функции.

5. Эта серия заданий связана с графическим решением уравнений вида:

$k \cdot x^2 = a \cdot x + b$ ,  $k \cdot x^2 = m/x$ ,  $m/x = a \cdot x + b$ . Здесь параметры  $k$ ,  $a$  и  $b$  случайны. ограничение на процедуру рандомизации в требовании заключающиеся в том, чтобы точки пересечения графиков функций  $y = k \cdot x^2$  и  $y = a \cdot x + b$  находились в узлах координатной сетки.

Для выполнения задания ученик имеет два объекта - график параболы  $y = x^2$  и прямой линии  $y = x$ . Ученик должен повернуть график прямой линии на нужный угол и сдвинуть его вверх или вниз на величину  $b$ . Затем он должен деформировать параболу, с учетом знака. Выполнив все построения, он должен ввести в компьютер число корней и их численные значения.

6. В окне координатной сетки генерируется график «кусочной» функции. Кусочная функция построена из квадратичной функции, линейной

и гиперболы. Как правило, она состоит из двух кусков. Задача ученика сделать анализ графика и записать ее аналитический вид. Для того, чтобы сделать однозначным, восприятие компьютером результата работы ученика, «кусочная» функция может быть записана в общем виде. Необходимо найти все коэффициенты и указать отрезки значений  $x$ , на которых задана функция.

После того как аналитический вид кусочной функции определен, компьютер генерирует ряд точек. Ученик должен определить, какие из них принадлежат графику кусочной функции. Для этого у него есть объект - точка с ординатой. Этот объект ученик может перемещать вдоль оси  $x$ . Если точка принадлежит графику, то после установки объекта в положение соответствующее геометрическому месту точки ученик должен нажать клавишу ENTER. Таким образом, ученик вводит в компьютер все точки принадлежащие графику кусочной функции.

7. В окне заданий генерируется аналитическая запись кусочной функции. В ее состав входит любые две функции из трех: квадратичной, линейной и гиперболы. Пары функций выбираются случайным образом, так же как и отрезки значений  $x$ , на которых они заданы. Ограничением на рандомизацию, при генерировании кусочной функции является (желательное) условие непрерывности кусочной функции, то есть «куски» должны быть сшиты. Задача ученика сконструировать график кусочной функции.

Выполнение задания начинается с того, что в имеющемся меню «родовых» функций ученик выбирает функцию, соответствующую одному из «кусков» искомой функции. После этого он преобразует график «родовой» функции в график «куска» и специальными компьютерными «ножницами» вырезает этот кусок графика искомой функции. Затем все операции повторяются для второй части кусочной функции. Заканчивается работа по конструированию графика кусочной функции нажатием клавиши ENTER.

Вторая часть задания заключается в том, что компьютер генерирует координаты точек. Необходимо определить их принадлежность графику кусочной функции.

Компьютерные «ножницы» или «ластик» это объект прямоугольной формы, который ученик может перемещать, заменяя, цвет графика на цвет фона координатной сетки. особенностью этого ластика является то, что у него два режима: уничтожения линии графика и восстановления. Ученик имеет возможность, сделав ошибку, исправить ее. Выделив, соответствующий «кусоч» графика ученик нажимает клавишу ENTER, фиксируя тем самым этот промежуточный этап построения графика кусочной функции. Здесь мы видим еще одну из особенностей динамических заданий.

В процессе деятельности ученика, по выполнению тестовых заданий, есть этапы, в которых ученик может исправлять ошибочные действия, но в определенные моменты, его выбор является окончательным и исправлению не подлежит. Это позволяет выделить отдельные этапы деятельности ученика, при тестировании.

8. Компьютер генерирует график функции. Необходимо определить, ограничена функция сверху или снизу. Если функция ограничена, то нужно показать это с помощью объекта - горизонтальной прямой линии (Рис.8).

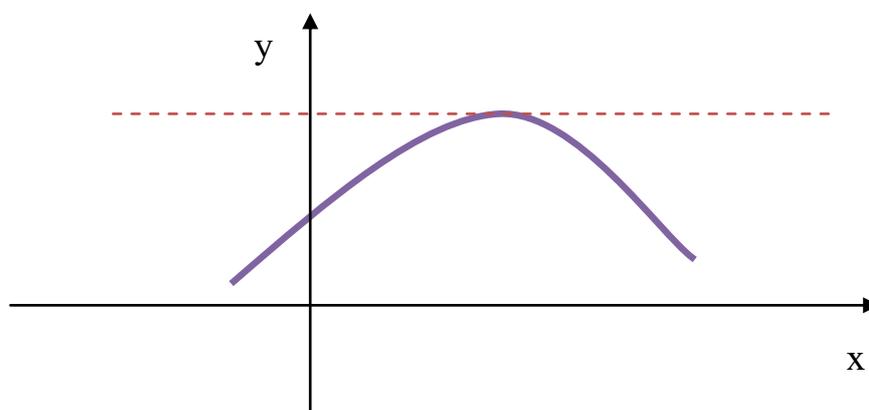


Рис. 8

Объект – штриховая линия смещается вдоль оси  $Oy$  и показывает, что функция ограничена сверху.

## 2. Динамические адаптивные тесты по теме «Квадратичная функция».

1. В окне заданий компьютер выводит уравнение квадратичной функции в виде  $y = a \cdot (x - x_0)^2 + y_0$ . Числовые значения параметров  $a$ ,  $x_0$ ,  $y_0$  генерируются случайным образом. Задание состоит: а) в выборе линии графика «родовой» функции (в меню выбора будет предложено три линии - прямая, парабола, гипербола); б) объект - параболу преобразовать в график функции отвечающей искомому уравнению. Пункт б) выполняется в окне координатной сетки с помощью управляющих клавиш.

2. В окне координатной сетки компьютер генерирует график квадратичной функции. Ученик должен записать уравнение квадратичной функции в виде: а)  $y = a \cdot (x - x_0)^2 + y_0$ ; б)  $y = a \cdot x^2 + b \cdot y + c$ . Для этого он должен сопоставить соответствующие параметры квадратичной функции ее графику.

3. Компьютер генерирует фиксированный график квадратичной функции. Задания состоят в том, чтобы, преобразуя объект - график функции  $y = x^2$  сконструировать график квадратичной функции симметричный: относительно начала координат, относительно оси  $Ox$ , оси  $Oy$ .

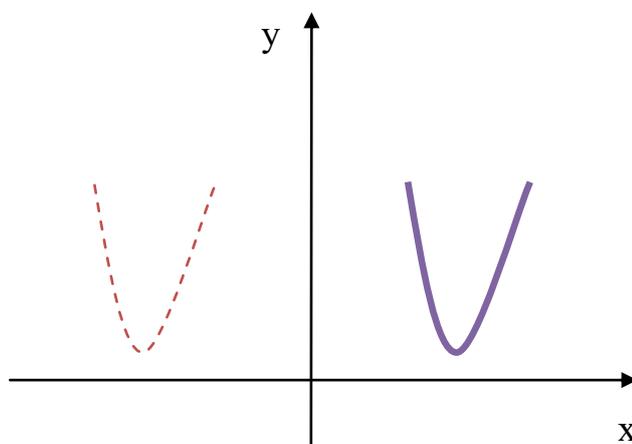


Рис. 9

Фиксированная парабола - жирная линия, парабола - объект - штриховая линия.

На рисунке параболы расположены симметрично относительно оси  $Oy$ .

4. Компьютер генерирует квадратичную функцию, заданную на отрезке  $(a, b)$ . С помощью объекта - ординаты с точкой скользящей по графику ученик должен указать наибольшее и наименьшее значение функции. Числовые значения соответствующих ординат вводятся с клавиатуры.

5. В окне заданий генерируется уравнение квадратичной функции. Ученик должен: а) сконструировать график функции, используя объект - график функции  $y = x^2$ ; С помощью объекта - прямой линии, параллельной оси  $Ox$  показать сверху или снизу ограничена эта функция.

6. В окне координатной сетки генерируется график квадратичной функции. используя объект - прямую линию, параллельную оси  $Oy$ , ученик должен:

а) сконструировать ось симметрии графика квадратичной функции; б) ввести в компьютер уравнение оси симметрии.

7. В окне заданий генерируется уравнение квадратичной функции  $f(x) = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$ . Затем, последовательно выводятся задание вида: «Построить точку графика функции  $f(1)$ ,  $f(-3)$ ,  $f(5)$ , и т.д.». Для построения в окне координатной сетки имеется объект - точка. Эту точку ученик может перемещать по координатной сетке. Ввод ответа осуществляется клавишей ENTER.

8. В окне заданий выводится система уравнений, одно из которых квадратичное уравнение, а другое линейное. В окне координатной сетки имеется два объекта - графики функций  $y = x^2$  и  $y = x$ . Задание состоит в том, чтобы графически решить систему уравнений.

9. Компьютер генерирует кусочную функцию и выводит аналитическую запись функции в окно заданий. Необходимо сконструировать график кусочной функции в окне координатной сетки. Для этого ученик, в специальном меню, выбирает «родовую» функцию. На координатной сетки, соответственно, появляется объект - график «родовой» функции, например график функции  $y = x^2$ . Преобразуя этот объект в график «куска» искомой функции ученик переходит к следующей функции, то есть снова выбирает в меню «родовую функцию и работает с новым объектом и т.д. пока не построит весь график.

### 3. Динамические адаптивные тесты по теме «Квадратные корни; функция $y=x^{0.5}$ »

1. В окно заданий компьютер выводит аналитическое выражение функции вида  $y = k \cdot (\sqrt{x} + a) + b$ . Параметры  $k$ ,  $a$ ,  $b$  случайны. Задача ученика преобразовать объект - график функции  $y = \sqrt{x}$  в график искомой функции.

2. Компьютер генерирует график функции  $y = k \cdot (\sqrt{x} + a) + b$  в окне координатной сетки. Ученик должен, анализируя график, восстановить значения параметров  $a$ ,  $b$  и  $k$ .

3. В окне координатной сетки выводится график квадратичной функции  $y = x^2$ . Ученик должен используя объект - прямую линию, параллельную оси  $Oy$  извлечь корни квадратные из чисел, которые выводятся в окно заданий.

4. В окно заданий компьютер выводит уравнение вида  $k \cdot (\sqrt{x} + a) + b = d \cdot x^2$ . На координатной сетке имеется два объекта - график функции  $y = \sqrt{x}$  и график  $y = x^2$ . Ученик должен преобразовать объекты - графики так, чтобы они соответствовали левой и правой частям уравнения. Затем по точкам пересечения графиков найти число корней и их значения.

#### 4. Динамические адаптивные тесты по теме «Действительные числа»

1. В окне заданий выводится уравнение функции  $y = k \cdot |x + a| + b$ . В окне координатной сетки имеется объект - график функции  $y = x$ . Задача ученика преобразовать объект в график искомой функции. Для этого в управлении объектом, кроме обычных операций преобразования имеется операция модуля  $|x|$ .

2. На координатную сетку компьютер выводит графике функции  $y = k \cdot |x + a| + b$ . Задача ученика состоит в определении параметров  $k, a, b$  искомой функции.

3. В окне координатной сетки генерируется график функции вида  $y = k \cdot |x + a| + b$  заданная на отрезке  $(x_1, x_2)$ . имеется объект - ордината с точкой, скользящей по графику, при перемещении ординаты вдоль оси иксов. Задача ученика показать, используя объект, наибольшее и наименьшее значения функции. Числовые данные вводятся с клавиатуры.

4. Компьютер генерирует уравнения вида  $k \cdot |d \cdot x + a| = c$ . Задача ученика, используя объекты: а) график функции  $y = |x|$ ; б) прямую  $y = c$ .

Графически решить это уравнение.

5. Компьютер генерирует уравнение кусочной функции, содержащей функцию модуля. Задача ученика, используя, соответствующие объект сконструировать график этой кусочной функции.

6. В окне заданий генерируется функция вида  $y = |a \cdot x^2 + b \cdot x + c|$  или  $y = |a \cdot (x - x_0)^2 + y_0|$  и т. п. Необходимо сконструировать график этой функции преобразуя объект - график функции  $y = x^2$ . В этом динамическом адаптивном тесте к обычным операциям преобразования графика функции добавляется операция взятия модуля.

## 5. Динамические адаптивные тесты по теме «Квадратные уравнения»

1. «Чтение графиков» Компьютер выводит в окно координатной сетки графики функций, представляющие собой многочлены первой, второй, третьей и четвертой степени. Задача ученика, определить какой график, соответствует квадратному трехчлену  $-a \cdot x^2 + b \cdot x + c$ . и найти его параметры  $a$ ,  $b$  и  $c$ .

2. Компьютер генерирует квадратные уравнения  $a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$ . Задача ученика найти корни графическим методом. Для этого в координатной плоскости имеется объект - график функции  $y = x^2$ . Ученик должен сконструировать, преобразуя объект, график функции  $y = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$ . После этого он должен определить корни уравнения и ввести в компьютер.

3. В окне заданий генерируются значения корней  $x_1$ ,  $x_2$  квадратного уравнения и координата  $y_0$  вершины параболы. В окне координатной сетки имеется управляемый объект - график функции  $y = x^2$ . Задание состоит в том, чтобы: а) сконструировать график квадратичной функции имеющей корни  $x_1$ ,  $x_2$  и координату вершины параболы  $y_0$ ; б) записать квадратичное уравнение.

4. В окне заданий генерируются значений корней  $x_1$ ,  $x_2$  квадратного уравнения и координату  $x_0$  вершины параболы. В окне координатной сетки имеется управляемый объект - график функции  $y = x^2$ . Задание состоит в том, чтобы: а) сконструировать график квадратичной функции имеющей корни  $x_1$ ,  $x_2$  и координату вершины параболы  $x_0$ ; б) записать квадратичное уравнение. Отличие данного теста от предыдущего состоит в том, что решений не одно, а два. Эта особенность теста позволяет ввести еще одно задание, типа - в) сконструировать второе решение.

5. Генерируется квадратное уравнение вида  $a \cdot x^2 + b \cdot x + p = 0$  или  $a \cdot (x - x_0)^2 + p = 0$ . Числовые значения коэффициентов  $a$  и  $b$  или  $a$  и  $x_0$  задаются случайным образом. Числовое значение  $p$  не определяется. В окне координатной сетки имеется объект - график функции  $y = x^2$ . Задание заключается в том, чтобы ученик определил значение параметра  $p$ , при которых уравнение имеет: один корень; два корня; ни одного корня.

Для решения этой задачи в окне координатной сетки имеется объект-график функции  $y = x$ . Преобразуя этот объект, ученик конструирует график квадратичной функции отвечающий заданному уравнению. Значение параметра  $p$  отображено окрашенным столбиком с заданным масштабом, изменяя параметр  $p$  учащийся последовательно фиксирует все три случая. Соответствующие значения  $p$  снимаются с гистограммы - столбика и заносятся в компьютер.

## 6. Динамические адаптивные тесты по теме «Неравенства»

1. В окно заданий генерируется уравнение линейной функции  $y = k \cdot x + b$ . Параметры  $k$  и  $b$  случайны. Ученик должен преобразуя объект - график функции  $y = x$  получить график заданной функции, а затем с помощью второго объекта - точки указать значения  $x$ , при которых график функции расположен выше (или ниже) оси  $Ox$ . Задание может быть упрощено. график линейной функции может выводиться в окно координатной сетки сразу. Ученик не делает преобразований графика, а отвечает сразу на поставленный вопрос. При каких значениях  $x$  график функции  $y = k \cdot x + b$  расположен выше оси  $Ox$ ?

2. В окно координатной сетки выводятся графики двух линейных функций  $y = k_1 \cdot x + b_1$ ,  $y = k_2 \cdot x + b_2$  и соответствующее неравенство  $k_1 \cdot x + b_1 > k_2 \cdot x + b_2$  (или  $<$ ). Знак неравенства задается случайным образом. Задание состоит в том, чтобы ученик, используя объект - точку

указать наименьшее (наибольшее) целочисленное решение неравенства. Для этого нужно переместить объект - точку в соответствующее положение на координатной плоскости.

3. В окно заданий генерируется последовательность чисел  $x_1, x_2, x_3, x_4$  и квадратичное неравенство  $a \cdot x^2 + b \cdot x + c > 0$  (или  $< 0$ ). Численные значения параметров  $b$  и  $c$  задаются случайным образом. Параметр  $a$  можно изменять, управляя графиком соответствующей квадратичной функции. График квадратичной функции выведен в окно координатной сетки. Задание состоит в том, чтобы изменяя параметр  $a$  добиться того, чтобы среди последовательности чисел  $x_1, x_2, x_3, x_4$  не было ни одного решения (одно, два, три решения). Выбор варианта конечного состояния проводится случайным образом.

4. В окне заданий выводятся квадратичные неравенства  $a \cdot x^2 + b \cdot x + c > 0$  и соответствующий график квадратичной функции. Ученик должен визуально проанализировать график и решить неравенство. Ответ вводится с клавиатуры.

5. Компьютер генерирует функции, изученные в 7- 8 классах и выводит их в окно заданий. Ученик должен ответить на вопрос - возрастающая или убывающая функция. Ответ выводится в окне координатной сетки в виде графика функции.

## 9 класс

### 1. Динамические адаптивные тесты по теме «Неравенства»

1. Задание состоит в том, что нужно определить количество целочисленных решений квадратичного неравенства. В окне заданий компьютер генерирует квадратичное неравенство  $a \cdot x^2 + b \cdot x + c > 0$  (или  $< 0$ ), и соответствующий вопрос. На координатной сетке имеется объект - график функции  $y = x^2$ . Ученик должен преобразовать объект в

график функции  $y = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$ , а затем определить число целочисленных решений неравенства.

2. Компьютер генерирует систему неравенств, которая имеет вид

$$k \cdot x + d < 0$$

$$a \cdot x^2 + b \cdot x + c > 0$$

Параметры  $d$ ,  $k$ ,  $a$ ,  $b$ , и  $c$  задаются случайным образом так, чтобы вероятность наличия решений больше, чем их отсутствие. Задание состоит в определении числа целочисленных решений системы неравенств.

В окне координатной плоскости имеется два объекта: первый – график функции  $y = x$ ; второй - график функции  $y = x^2$ . Преобразование объектов ученик производит по очереди, которая задается в окне заданий. Окончание преобразования очередного объекта фиксируется клавишей ENTER. Затем вводится искомое число.

3. В окне заданий генерируется квадратичное неравенство  $x^2 > d$  (или  $< d$ ). Ученик должен графически решить это неравенство. Для этого у него имеется объекты: график функции  $y = x^2$ ; прямая линия  $y = c$ . Преобразуя эти объект он должен определить границы промежутка значений  $x$  удовлетворяющих этому неравенству.

4. Компьютер генерирует график квадратичной функции  $y = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$  и соответствующее неравенство  $a \cdot x^2 + b \cdot x + c > 0$  (или  $< 0$ ). Задача ученика найти из графика решение неравенства.

5. Генерируется неравенство вида  $(c/x) < (a/b)$ . Параметры  $a$ ,  $b$  и  $c$  задаются случайным образом, так чтобы графическое решение было построить без погрешностей. В специальном меню ученик может выбрать объекты необходимые ему для решения неравенства. В число предлагаемых объектов входят: гипербола  $y = 1/x$ , функции  $y = x$  и  $y = const$ . После выбора

объектов ученик должен их преобразовать и получить графическое и численное решение неравенства.

6. В окне заданий выводится неравенство в виде  $a \cdot (x + x_1) \cdot (x + p) = < 0$  (или  $> 0$ ). Необходимо найти значение параметра  $p$ , при котором множество решений неравенства содержит  $n$  решений неравенства. Величина  $x_1$  и  $x$  задаются случайным образом, а принимает два значения  $+1$  или  $-1$ . Для решения неравенства ученик должен преобразовать график квадратичной функции  $y = x^2$  в график функции  $y = (x + x_1) \cdot (x + p)$ , так чтобы число целых решений стало равно  $n$ .

## 2. Динамические адаптивные тесты по теме «Системы уравнений»

1. В окне заданий генерируется система уравнений

$$p(x, y) = 0$$

$$q(x, y) = 0$$

Функции  $p(x, y)$  и  $q(x, y)$  задаются случайным образом из следующего множества функций: квадратичная функция, окружность, гипербола, линейная функция. Задача ученика состоит в графическом решении предложенной системы. Для этого он должен: 1) в специальном меню выбрать два объекта из графиков функций  $y = x^2$ ,  $y = x$ ,  $x^2 + y^2 = 1$ ,  $y = 1/x$ ; 2) преобразовать эти объекты в график функций  $p(x, y) = 0$  и  $q(x, y) = 0$ . После этого он должен найти решения и ввести их в компьютер.

2. Компьютер генерирует параметрическую систему уравнений. Параметр один, например:  $y + x^2 = p$

$$x^2 + y^2 = 16$$

Соответствующие объекты (их два) выведены в окно координатной сетки.

Задание состоит в определении значения параметра  $p$ , при котором система имеет  $n$  решений. Число  $n$  определяется случайным образом.

### 3. Динамические адаптивные тесты по теме «Числовые функций»

1. генерируется функция вида  $y = \sqrt{d + c \cdot x}$ . Задача ученика сконструировать график этой функции и указать область определения. Для этого в окно координатной сетки выведен объект - график функции  $y = \sqrt{x}$ . Ученик должен преобразовать объект в график искомой функции и ввести в компьютер область определения функции в виде неравенства  $x > x_1$  (или  $x < x_1$ ).

2. В окне координатной сетки выводится график произвольной функции. Задание состоит в том, чтобы исследовать на ограниченность эту функцию. Для этого ученик имеет два объекта - прямые линии параллельные оси  $Ox$ . Перемещая линии вдоль оси  $Oy$  и фиксируя их положение нажатием клавиши ENTER ученик отвечает на вопрос об ограниченности функции.

3. Компьютер выводит график произвольной функции. Задача ученика определить количество интервалов возрастания (или убывания) функции и их границы. ограничения на графики функций связаны с условием целочисленных значений границ интервалов.

4. В окне заданий выведена информация о четности или нечетности функции, точки которой выведены на координатную сетку. Ученику предлагается, используя объект - точку, поместить точки симметрично относительно оси  $Oy$ , или симметрично начала координат. При этом налагается условие, что точки должны принадлежать графику функции. Указанный вид симметрии функции может не соответствовать заданию. Например, функция четная, а предлагается построить точки симметричные данным относительно начала координат. В этом случае ученик нажатием клавиши пробел сообщает о том, что задание сформулировано некорректно.

5. Компьютер генерирует уравнение степенной функции  $y = (x - x_0)^n + y_0$ , где  $n$  случайным образом принимает значения 0, 1, 2, 3, 4, 5, -1, -2, -3, -4, -5. Задача ученика сконструировать график функции. Для этого он должен: 1) выбрать объект-график «родовой» функции  $y = x^n$ ; 2) используя управляющие клавиши преобразовать объект в искомый график.

#### 4. Динамические адаптивные тесты по теме «Прогрессии»

1. Генерируется последовательность  $n$  чисел, которая образует арифметическую или геометрическую прогрессию. Каждое число помещается в квадрат, например:

2	4	8	?
---	---	---	---

Ученик должен: а) заполнить пустые ячейки последовательности чисел. (пустая ячейка может находиться в любом месте числовой последовательности); б) выбрать вид прогрессии; в) найти знаменатель или разность соответствующей прогрессии.

2. Компьютер генерирует конечную числовую последовательность, члены которой вычисляются рекуррентным способом. Рекуррентная формула разыгрывается случайным образом из фиксированного множества формул введенных в компьютер. Задача ученика продолжить числовую последовательность.

#### 5. Динамические адаптивные тесты по теме «Тригонометрические функции»

1. Компьютер генерирует значение угла поворота радиуса-вектора единичной тригонометрической окружности  $t$ . Задача ученик: а) используя окружность, с вращающимся радиусом - вектором, указать четверть, которой принадлежит угол  $t$ ; б) ввести в компьютер знаки  $\sin t$ ,  $\cos t$ ; в) для углов  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$  и т.п. определить численные значения  $\sin t$ ,  $\cos t$ .

2. На тригонометрической окружности генерируется фиксированный радиус-вектор с углом поворота  $t$ . Ученик должен с помощью второго,

вращающегося радиуса - вектора, указать угол, синус (косинус) которого равен плюс или минус  $\sin t$  ( $\cos t$ ).

3. Компьютер генерирует значение угла поворота радиуса-вектора единичной тригонометрической окружности  $t$ . Задача ученик: а) используя окружность, с вращающимся радиусом-вектором, указать четверть, которой принадлежит угол  $t$ ; б) ввести в компьютер знаки  $tg t$ ,  $ctg t$ ; в) для углов  $30^0$ ,  $45^0$ ,  $60^0$  и т.п. определить численные значения  $tg t$ ,  $ctg t$ .

4. В окне заданий компьютер генерирует уравнение тригонометрической функции  $y = a \cdot \sin t$  или  $y = a \cdot \cos t$ . Ученик должен сконструировать график предложенной функции, используя объект - график функции  $y = \sin t$ . Параметр  $a$ , задается случайным образом.

5. Генерируется числовое значение тригонометрической функции. Используя компьютерную тригонометрическую окружность, ученик должен повернуть радиус-вектор на соответствующий угол  $t$ . Значения тригонометрических функций соответствуют углам (плюс, минус)  $30^0$ ,  $45^0$ ,  $60^0$ ,  $90^0$ .

## **§ 6. Принцип работы динамических адаптивных тестов**

При выполнении динамических адаптивных тестов каждое задание представляет собой компьютерную систему, в которой имеются все атрибуты управления учебным процессом с соответствующим контролем и диагностикой, который проводится в процессе деятельности по выполнению задания. Операции или математические действия представлены в таких заданиях, как временной ряд событий. Последовательность этих событий управляется с помощью компьютера, посредством специальным образом организованной обратной связи. Адаптация проводится через варьирование коэффициента обратной связи, который изменяется в зависимости от успешности ученика. На начальном этапе коэффициент обратной связи равен 1.

Временной ряд событий (операций) записывается в компьютерную память и является экспериментальным материалом, из которого извлекается информация о характеристиках УПДУ. На основе этой информации можно осуществлять корректирование учебного процесса.

Более тонкая структура организации репродуктивной деятельности учащихся связана с вариациями степени и характера обратной информационной связи (помощи). Помощь можно рассматривать своеобразный механизм обратной связи образующий информационный поток от учителя к ученику. Эта информация может нести упреждающий, действие ученика, характер. Но ученик может получать “подсказывающую” информацию и после выполнения действия. В простейшем варианте, это сообщения типа “правильно” или неправильно, или показ того, как нужно выполнять действие. Если всю деятельность ученика по решению алгоритмической задачи представить в виде некоторой системы операций (действий), то подсказка может даваться, при выполнении каждого шага (действия), или через  $n$  - шагов. В пределе, деятельность выполняется, без каких либо подсказок, ученику сообщается конечный результат его деятельности.

Структура представления репродуктивной деятельности представлена в виде двух уровней усвоения: выполнения действий с подсказкой и без подсказки. Вместо этого в динамических адаптивных тестах существует механизм обратной информационной связи. Частота управляющих сообщений является аналогом коэффициента обратной связи -  $k$ . Коэффициент обратной связи может изменяться от 1 до 0. Значение коэффициента обратной связи равное 1 означает, что каждое действие - операция комментируется обучающим устройством (например, учителем, или компьютером). Значение коэффициента обратной связи равной нулю означает, что вся репродуктивная деятельность осуществляется без промежуточных комментариев (информации).

Процесс обучения репродуктивной деятельности рассматривается, как процесс, при котором коэффициент обратной информационной связи  $k$  уменьшается от 1 до 0. По мере обучения, ученику требуется все меньше и меньше «подсказок». В пределе, когда ученик овладел алгоритмом, он не нуждается ни в каких комментариях. В этом случае, можно с уверенностью сказать, что он овладел умением осуществлять алгоритмическую деятельность по выполнению данного типа заданий. Но утверждать, что у ученика сформировался навык, то есть автоматизм, в выполнении алгоритма нельзя.

В каждом задании можно выделить конечное число элементарных операций. Это сдвиги вправо, влево, вверх, вниз, поворот связанный с изменением знака коэффициента, сжатие и растяжение. Каждая операция выполняется по нажатию определенной клавиши управления на клавиатуре. В программе, согласно которой ученик выполняет это преобразование, производится запись кодов клавиш операций. Запись последовательности кодов производится скрытно от ученика и позволяет записать траекторию решения задачи. Процесс записи производится с хронометражем времени затрачиваемого на каждую операцию. Эта информация, после обработки данных, поступает к учителю в виде диаграмм, выводов о характере ошибок, о рациональности достижения цели и временных затратах ученика. Изучая динамику изменения стратегии ученика по достижении цели - преобразования графика параболы, учитель может сделать выводы о том, как быстро ученик осваивает алгоритм. Таким образом, учитель получает информацию о скорости обучения ученика. В отличие от метода протокола записи решения задачи, используемой в психологии, компьютерная запись решения задачи с числовыми характеристиками – количество действий, ошибок, времени затрачиваемого на каждый ход, позволяет исключить влияние субъективного фактора.

В обучении очень важную роль играет учет отклонений от заданной алгоритмом последовательности действий. Как правило, отклонения приводят к ошибке. Цель при этом не достигается. Цикличность в генерации учебных заданий и отлаженная обратная связь позволяет ученику: во-первых, увидеть эти отклонения, во-вторых, скорректировать ход решения очередного задания с учетом ошибки. В простейшем случае, обратная связь представлена информацией выведенной на экран компьютера в виде: 1) сообщения, типа «правильно, неправильно»; 2) графика верного решения, представленного другим цветом.

При работе с динамическими адаптивными тестами ученик, выполняя тестовые задания, изменяется (преобразуется) в плане совершенствования алгоритмической деятельности. Эти преобразования объекта фиксируются компьютером в реальном времени, образуя временной ряд событий. Если ученик работает с математическим тестом, то у него происходит преобразование состояния, которое заключается в том, что от задания к заданию он делает все меньше и меньше ошибок. В идеале он осваивает алгоритм выполнения заданий и не совершает ни одной ошибки.

Активное поведение объекта выражается в тех усилиях, которые совершает ученик, чтобы улучшить свой результат, и отражается в изменении отношений между входом (заданием) и выходом (действие учащегося). В динамических адаптивных тестах на вход подается серия аналогичных заданий. На выходе, производится компьютерная запись деятельности ученика по выполнению каждого задания. Активное поведение ученика проявляется в том, что изменяется характер деятельности ученика, что отражается в записях.

Целенаправленное активное поведение подразделяется на два класса: с обратной связью и без обратной связи. Нас интересует поведение с обратной связью. Обратная связь, в свою очередь подразделяется на положительную и

отрицательную. Положительная обратная связь прибавляется к входным сигналам и не корректирует их. Процесс обучения, как целенаправленное активное поведение ученика, осуществляется при наличии отрицательной обратной связи. отрицательная обратная связь понимается нами в том смысле, что поведение объекта управляется величиной ошибки в положении объекта по отношению к некоторой специфической цели. В этом случае сигналы от цели используются для ограничения выходов, которые в противном случае шли бы дальше от цели.

Для организации отрицательной обратной связи в динамических адаптивных тестах необходимо организовать сигналы идущие от цели к ученику. Тогда, о величине ошибки ученик будет судить по интенсивности сигнала. Эта информация выводится ученику на экран компьютера и используются учеником для ограничения возможных ошибочных действий.

В предлагаемых тестах мы имеем дело с целями, не изменяющимися во времени. Это упрощает задачу организации отрицательной обратной связи и позволяет управлять ею через коэффициент обратной связи. В качестве коэффициента обратной связи мы берем относительную частоту  $k$ , с которой подаются сигналы от цели к ученику. Коэффициент обратной связи для учащегося может изменяться от единицы до нуля. Различные значения коэффициента обратной связи отражают различия в уровне степени самостоятельности ученика при принятии им решений. Выделенные десять уровней степени самостоятельности учащихся, характеризуются своим коэффициентом обратной связи.

Значение коэффициента обратной связи равное единице означает, что каждое действие комментируется обучающим устройством, это соответствует первому (самому низкому) уровню степени самостоятельности ученика. Когда  $k = 1$ , то информация о ходе выполнения задания поступает непрерывно и ученик может корректировать процесс выполнения задания,

практически не формируя собственную мыслительную систему отслеживания результатов своих действий.

Когда  $k < 1$ , то сигналы от цели поступают реже. В этом случае ученик частично осуществляет свою деятельность без опоры на внешний (компьютерный) источник сигналов о ходе выполнения задания. То, что сигналы появляются, свидетельствует о том, что у ученика, процесс образования собственного механизма обратной связи не закончился.

Конечной целью деятельности ученика, при работе с тестом, является выполнение заданий с  $k = 0$ , что соответствует десятому уровню степени самостоятельности. Это состояние, при котором внутренний механизм обратной связи сформировался, и ученик выполняет задание без промежуточных комментариев. Его умений достаточно для того, чтобы осуществлять контроль и коррекцию деятельности по выполнению заданий.

Таким образом, в процессе работы с динамическими адаптивными тестами ученик формирует собственный механизм обратной связи с опорой на компьютерную обратную связь, которая уменьшается до нуля по мере возрастания эффективности собственной обратной связи. Критерием сформированности внутреннего механизма обратной связи может служить относительная доля ошибочных действий ученика при выполнении задания.

Рассмотрим характер реакций компьютера на выполнение учащимся заданий теста. Итак, при выполнении задания возможны только два исхода: 1) задание выполнено правильно; 2) задание выполнено неправильно.

При этом если задание выполнено правильно, то возможны три типа реакции компьютера:

- если учащийся при выполнении задания не сделал ни одного ошибочного действия, то он переводится на три уровня степени самостоятельности выше текущего положения;

- если учащийся при выполнении задания делал ошибочные действия, но их число составляет менее 20 процентов от общего числа выполненных действий, то этот учащийся переводится на один уровень степени самостоятельности выше текущего положения;

- если учащийся при выполнении задания сделал много (более 20 процентов от общего числа действий) неправильных действий, то этот учащийся остается на прежнем уровне степени самостоятельности.

Аналогичны реакции компьютера и в случае, когда учащимся задание выполнено неверно. При этом также возможны три исхода:

- если учащийся при выполнении задания не сделал ни одного ошибочного действия, то он остается на прежнем уровне степени самостоятельности;

- если учащийся при выполнении задания делал ошибочные действия, но их число составляет менее 20 процентов от общего числа выполненных действий, то этот учащийся переводится на один уровень степени самостоятельности ниже текущего положения;

- если учащийся при выполнении задания сделал много (более 20 процентов от общего числа действий) неправильных действий, то этот учащийся переводится на три уровня степени самостоятельности ниже текущего положения;

На схеме (Рис.10) изображены типы реакций компьютера на результат выполнения задания в зависимости от характера выполнения задания.

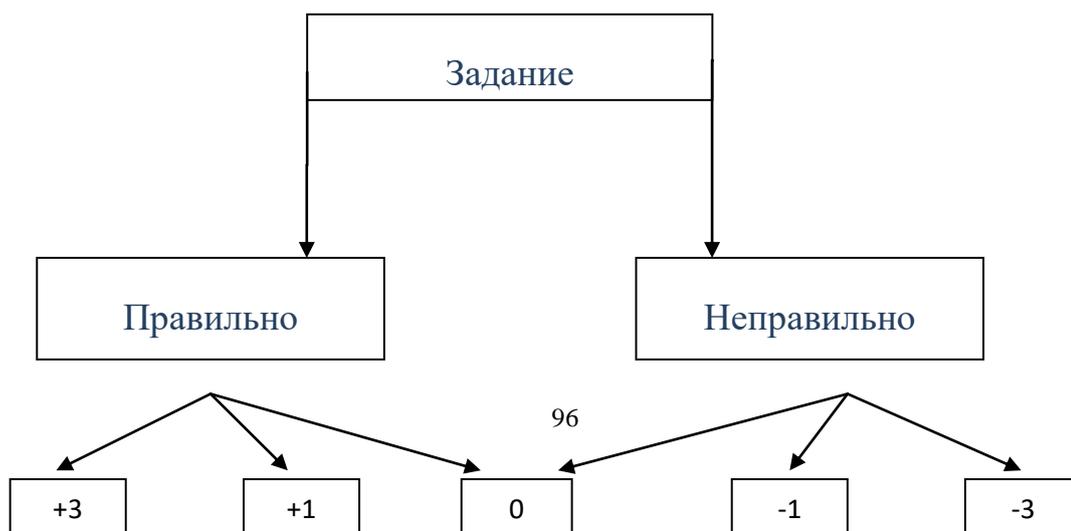


Рис. 10

Если уровень деятельности, на который перешел ученик, оказался для него слишком высоким, то есть ученик, несмотря на сигналы от цели, делает много ошибок, то тест переводит ученика на более низкий уровень с большим значением коэффициента обратной связи.

Таким образом, адаптация к уровню деятельности ученика по выполнению заданий осуществляется через управление значением коэффициента компьютерной обратной связи посредством самоорганизации учеником внутреннего механизма обратной связи.

Рассмотрим организацию компьютерной обратной связи на примере динамического адаптивного теста «Преобразование графика квадратичной функции».

Этот тест позволяет организовать деятельность ученика по выработке алгоритма преобразования графика функции  $y = x^2$  в график функции  $y = a \cdot (x-x_0)^2 + y_0$ . Для этого на экран дисплея выводится геометрический образ функции  $y = x^2$ . С помощью управляющих клавиш ученик может смещать, деформировать и переворачивать параболу. По окончании преобразований он вводит ответ нажатием клавиши ENTER.

Параметры квадратичной функции  $a$ ,  $x_0$ ,  $y_0$  изменяются случайным образом от задания к заданию. Сигнал от цели, показывающий, то, как далеко находится текущий график функции от искомого графика функции  $y = a \cdot (x-x_0)^2 + y_0$  идет в пространстве параметров  $a$ ,  $x_0$ ,  $y_0$  и представляется в виде гистограммы из трех столбцов. Высота каждого столбца равна модулю

разности между соответствующими значениями параметров текущей и конечной парабол (Рис. 11).

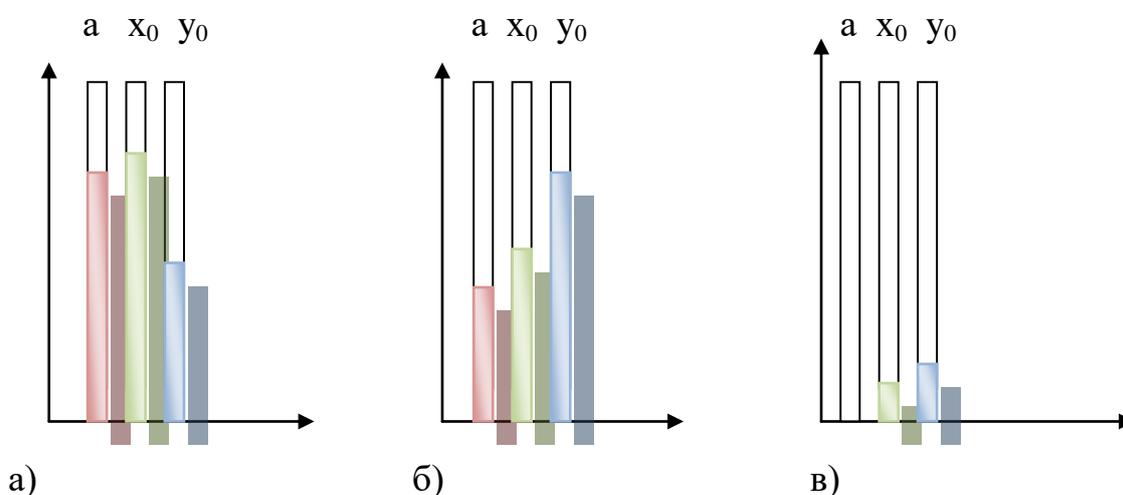


Рис. 11

а) гистограмма начальных отклонений параметров функции от цели;

б) гистограмма отклонений параметров функции от цели после выполнения определенного числа операций, видно, что по параметрам  $a$ ,  $x_0$  преобразуемый объект приблизился к цели, а по параметру  $y_0$  удалился;

в) эта гистограмма показывает, что параметр  $a$  у цели и преобразуемого объекта совпадают, а отклонение параметров  $x_0$ ,  $y_0$  от параметров цели стало небольшим.

Чем больше высота столбцов, тем больше отклонение текущей параболы от искомой параболы, которая представляет собой цель деятельности ученика в рамках выполняемого задания.

Достижение цели - правильное выполнение задания - приведет к нулевой высоте столбцов гистограммы по всем трем параметрам квадратичной функции.

При работе с тестом ученик выполняет целенаправленную деятельность по достижению промежуточной цели, которая состоит в

выполнении текущего задания. Основная цель работы ученика с тестом состоит в том, чтобы сформировать собственный механизм обратной связи по выполнению алгоритма. Для ученика эта цель формулируется, как достижение режима выполнения заданий, при котором компьютер не выводит на экран гистограмму, показывающую ему отклонение от цели.

В зависимости от уровня подготовки и способностей к обучению алгоритмической деятельности количество заданий выполненных учениками могут сильно отличаться. Так, если ученик очень хорошо обучается алгоритму или просто владеет им, то количество заданий выполненных им будет равно 6 или 7. Его «уровневая траектория» короткая и, как правило, представляет собой быстрый переход от 1-го уровня к 10.

Деятельность нормально обучаемого ученика отражается в планомерном повышении, от задания к заданию, уровня самостоятельной деятельности от 1 до 10, с небольшими скачками, через 1 или реже 3 уровня.

Для ученика, который обучается плохо, количество заданий неограниченно, так как его переход на более высокий уровень самостоятельной деятельности приводит к тому, что он выполняет задание неверно и компьютер возвращает его на уровень лежащий ниже. «Его уровневая траектория» имеет сложный вид, с многочисленными возвратами с верхних уровней на более низкий уровень и наоборот.

В качестве характеристик обучения алгоритмической деятельности, естественно принять скорости перемещения испытуемого по уровням степени самостоятельности, как во времени, так и по числу выполненных заданий. Если за время  $t$  испытуемый достиг уровня  $U$ , то средняя скорость перемещения испытуемого по уровням  $V_t$  во времени определится, как  $V_t = U / t$ .

Поскольку уровень  $U$  может быть достигнут учеником при выполнении различного числа заданий, то аналогично введем параметр  $V_n$ ,

который показывает среднее приращение уровня приходящееся на одно выполненное задание при выполнении  $n$  заданий:  $V_n = U/n$

Параметры  $V_t$  и  $V_n$  характеризуют скорость обучения учащихся алгоритмической деятельности.

Деятельность ученика при работе на таком тесте имеет два вида временных масштаба, определяемых целями: стратегической - выход на самый верхний уровень выполнения алгоритма; тактическими - выполнение правильным образом заданий. В первом случае временной ряд событий представляет собой процесс, состоящий из правильно или неправильно выполненных заданий, на соответствующем уровне организации обратной связи. Во втором случае, временные ряды событий состоят из действий совершаемых учеником при выполнении конкретных заданий. Успешность тестирования определяется правильностью выполнения так называемой существенной операции (действие, в результате которого ученик делает выбор, типа "да – нет"; "правильно – неправильно") или действия.

Известно, что время простой (автоматической) реакции у человека не зависит от подаваемого сигнала и его значение составляет порядка 0.1 сек. Когда перед учеником стоит проблема выбора правильного ответа (хода), то часто возникают ситуации, когда реакция на ответы является автоматический, то есть ученик оценивает их не производя предварительного мысленного анализа. Такие действия или операции мы предлагаем считать несущественными. В противоположность им, ситуации, в которых ученик проводит анализ, прежде чем определиться с выбором: "да-нет", требуют существенно большего времени для реакции. Поэтому будем считать такие операции или действия существенными. В открытых компьютерных тестовых заданиях компьютер записывает временной ряд событий, которые представляют собой все существенные операции или действия, производимые учеником над алгебраическим или физическим объектом.

Существенные операции или действия мы определим, как сложные реакции ученика на ситуации требующие времени, для принятия решения, больше чем 0.1 сек. Предполагается, что при временах больших, чем 0.1 сек, ученик производит мыслительную деятельность по переработке и усвоению информации, по работе с заданиями. Если ученик осознанно думает над очередной существенной операцией под номером  $j$ , то значение функции  $f(t)$  равно  $j$  на протяжении промежутка времени от  $t_1$  до  $t_2$ . Если существенная операция выполнена правильно, то функция скачком увеличивается на одну единицу, в противном случае она скачком аналогично уменьшается. Таким образом, процесс деятельности ученика по выполнению заданий описывается скачкообразными функциями  $f(t)$ , представляющими временные ряды событий каждое из которых является существенной операцией, или осознанным выбором действия ученика.

На рис. 12 приведен пример графика схематично отражающий временной ряд событий, в процессе выполнения задания.

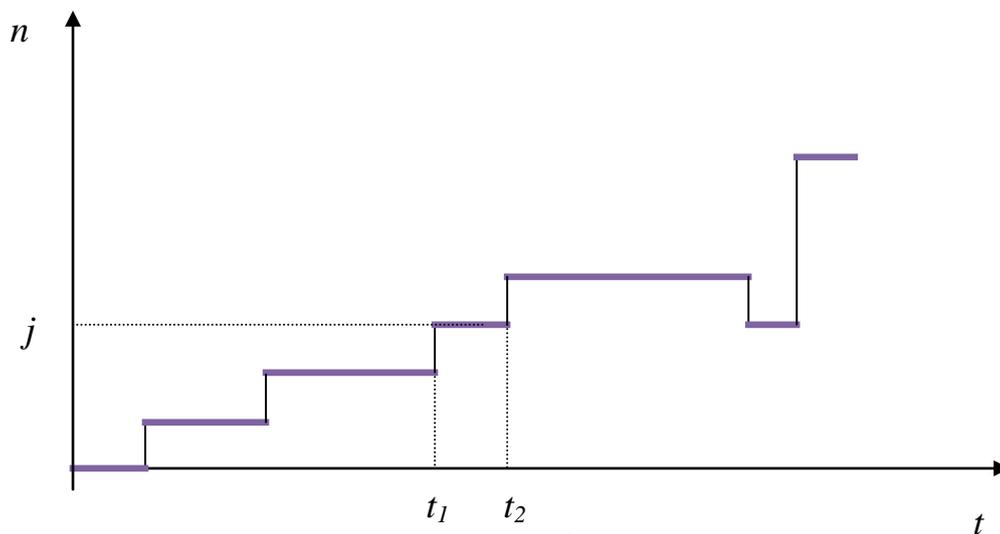


Рис. 12

Вдоль вертикальной оси:  $n$  - координата существенных операций;

горизонтальная ось - ось времени.

### Выводы по главе 2

1. Важнейшей особенностью динамических адаптивных тестов является наличие оперативной обратной связи, которая позволяет обучающей системе получать сведения о ходе процесса усвоения алгоритмической деятельности у каждого учащегося. Обратная связь должна нести следующую информацию: какое действие выполняет обучаемый; правильно ли выполняет это действие; время принятия решения.
2. Другой важной особенностью динамических адаптивных тестов является наличие обратной связи для учащегося, которая позволяет ему контролировать правильность выполняемых действий. Обратная связь должна информировать учащегося не только о правильности или неправильности выполнения задания, но и о правильности или неправильности выполняемых действий, что особенно важно на начальном этапе обучения.
3. Частота обратной связи для учащегося должна зависеть от степени усвоения алгоритмической деятельности. На начальном этапе становления деятельности частота должна быть пооперационной и уменьшаться по мере усвоения деятельности. На завершающем этапе учащийся должен осуществлять деятельность без использования внешней информации о правильности выполняемых действий.
4. На основе динамических адаптивных тестов проведен педагогический эксперимент, который показал, что их применение повышает эффективность обучения алгоритмической деятельности.
5. По данным эксперимента определена скорость обучения учащихся алгоритмической деятельности, что позволило ранжировать их по способностям к усвоению алгоритмической деятельности.
6. Проведено сравнение диагностических заключений, полученных на основе динамических адаптивных тестов и сделанных экспертами. Показано, что

между этими данными существует прямая значительная связь, т.е. данные эксперимента и эксперта близки.

## Заключение

1. В результате теоретических исследований выявлены проблемы в управлении УПДУ, связанные с тем, что традиционные методы контроля знаний, умений и навыков по математике не дают исчерпывающей информации о процессе учебной деятельности учащихся.
2. Выявлены достоинства и недостатки традиционного компьютерного тестирования. Дано понятие динамического адаптивного теста, который является средством для тестирования алгоритмической деятельности учащихся. Показано, что применение динамических адаптивных тестов, при обучении математике, повышает эффективность управления учебно-познавательной деятельностью.
3. Показано, что дидактические и методические основы и принципы динамических адаптивных тестов базируются на психолого-педагогической теории деятельностного подхода к процессу обучения. Такие тесты позволяют органично сочетать материализованную и умственную форму действий, что отражено в содержании приведенных динамических адаптивных тестов по математике 7-9 классов. Применение компьютерного моделирования существенно расширяет диапазон заданий.
4. Рассмотренные динамические адаптивные тесты по математике 7-9 классов, адаптируются к индивидуальным особенностям конкретного ученика. Таким образом, каждый учащийся обучается в соответствии с индивидуальными возможностями. При необходимости учащемуся оказывается помощь, частота которой определяется в ходе выполнения задания, тем самым реализуется принцип дифференцированного подхода в обучении.
5. На основании результатов тестирования определены такие характеристики, как скорость обучения и степень самостоятельности учащихся.

### Библиографический список

1. Аткинсон Р. Адаптивные обучающие системы: Попытки оптимизировать процесс обучения //Р. Аткинсон. Человеческая память и процесс обучения. М., 1980 г.
2. Аванесов В.С. Методологические и теоретические основы тестового педагогического контроля. Дис. д-ра пед. наук. М., 1994 г.
3. Аванесов В.С. Научные проблемы тестового контроля знаний. М.: МСИС, 1994 г.
4. Аванесов В.С. Основы научной организации педагогического контроля в высшей школе. М.: ИЦВШ, 1988 г. 172 с.
5. Аванесов В.С. Основы педагогического контроля в высшей школе // Основы педагогики и психологии высшей школы / Под ред. А.В. Петровского. М.: МГУ, 1986 г.
6. Аванесов В.С. Проблема психологических тестов // Вопросы психологии, 1978 г., № 5. с.87-107.
7. Аванесов В.С. Теоретические основы разработки заданий в тестовой форме. М.: МГТА, 1995 г.
8. Ю.Агибалов А.В. Конструирование тестов и методика их использования при контроле знаний учащихся по математике. Дис. канд. пед. наук. М., 1986 г.
9. Архангельский С.И. Лекции по научной организации учебного процесса в высшей школе. М.: Высш. шк., 1976 г.
10. Архангельский С.И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы. М.: Высш. шк., 1980 г. 256 с.
11. Белошапка В.К. Информационное моделирование в примерах и задачах. Учебное пособие. Омск: РЦНИТ, 1992 г.
12. Белошапка В.К., Лесневский А. Основы информационного моделирования//ИНФО. 1989. №3.15. Болтянский В.Г. информатика и преподавание математики. // Математика в школе. 1989 г. №4.

13. Бабанский Ю.К. Методы обучения в современной образовательной школе. М.: Просвещение, 1985 г. 208 с.
14. Барболин М.П. Методические основы развивающего обучения. М.:1. Высш. шк., 1991 г.
15. Басова В.А. Организация самоконтроля усвоения математических знаний студентами вуза. Дис. канд. пед. наук. Саранск, 1997 г.
16. Безносикова М.Б. Тесты как средство диагностики качества усвоения учебного материала / Тез. докл. науч. межрегиональной конф. Саранск, 1994 г. с.26.
17. Блинов В.Я. Эффективность обучения. М., 1976 г. 192 с.
18. Берг А.и. Кибернетика наука об оптимальном управлении. Изд. Энергия, 1964 г.
19. Буняев М.М. Методические аспекты проектирования автоматизированных обучающих курсов // Математика в школе, 1991 г. №5.
20. Беспалько В.П. Опыт разработки и использования критериев качества усвоения знаний // Советская педагогика. 1968 г. №4.
21. Беспалько В.П. Дидактические основы программированного управления процессом обучения. Автореферат дис. д-ра пед.наук. М., 1968 г.
22. Беспалько В.П. Основы теории педагогических систем. Воронеж: изд-во ВГУ, 1977 г.
23. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. М.: Педагогика, 1989 г. 192 с.
24. Беспалько В.П. Стандартизация образования: основные идеи и понятия //Педагогика, 1993 г.№5. с. 51-57.
25. Беспалько В.П., Татур Ю.Г. Системно-методическое обеспечение учебно-воспитательного процесса подготовки специалистов. М.: Высш. шк., 1989 г.

26. Божович Е.Д. Практико-ориентированная диагностика учения: проблемы и перспективы // Педагогика, 1997 г. №2. с.2-17.
27. Брусиловский П.Л. Интеллектуальные учебные среды: концепции и примеры. // Применение новых компьютерных технологий в образовании: тезис докл., Троицк, 1991 г.
28. Булаков Н.Л., Волков Д.В. и др. Математическое моделирование и перспективы развития школьного образования. М.: Препринт ИПМ, 1987 г.
29. Величковский Б.М., Капица М.С. Психологические проблемы изучения интеллекта. В кн. интеллектуальные процессы и их моделирование. М.: Наука, 1987 г. 120 с.
30. Вильяме Р., Маклин К. Компьютеры в школе. Пер. с англ. М.: Прогресс, 1988 г.
31. Воскерчмян С.И. Об использовании метода тестов // Сов. педагогика, 1963 г. №10. с.28-38.
32. Василевский И. О содержании учебных компьютерных программ. // ИНФО, 1988 г. №4.
33. Винер Н. Кибернетика и общество. М.: Изд-во иностр. лит., 1958 г. 49 с.
34. Гальперин П.Я., Талызина Н.Ф. Современное состояние теории поэтапного формирования умственных действий. М.: Вестник МГУ. Серия 14, 1979 г. №4. с.54-64.
35. Гальперин П.Я. Введение в психологию. М.: МГУ, 1976 г. 150 с.
36. Горбачева Е.И. Критериально-ориентированное тестирование в диагностике умственного развития школьников // Вопросы психологии 1988 г. №2. с. 30-42.
37. Гагальчи Н.И., Пак Н.И. Использование методов компьютерного моделирования в математике. // Вопросы непр. и многоур. образования и подготовки педкадров: тезис докл., Красноярск, 1993г.

38. Гергей Т.Б., Машбиц Е.И. Психолого-педагогические проблемы эффективного применения компьютера в учебном процессе. // Вопросы психологии, 1985 г. № 3.
39. Дьячук П.П., Лариков Е.В., Федорова Л.Н. Компьютерная поддержка уроков алгебры в 9-ом классе / Тезисы региональной конференции «Компьютерные технологии в школьном образовании», Красноярск, 1995 г., с.18.
40. Дьячук П.П., Лариков Е.В., Лукьяненко Г.В. Лабораторно-компьютерный практикум для средней школы / Тезисы докладов XXVIII Зонального совещания преподавателей. Современные методы и формы обучения в подготовке учителя физики, Красноярск ч.1, 1995 г.
41. Дьячук П.П., Лариков Е.В. Компьютерная поддержка уроков математики и физики / Всероссийская научно-практическая конференция «Новые информационные технологии в образовании», Воронеж, 1995 г., с.81-83.
42. Дьячук П.П., Лариков Е.В. Применение компьютерных технологий обучения в средней школе, Уч. методическое пособие, Красноярск: КГПУ, 1996 г., 167 с.
43. Дьячук П.П., Лариков Е.В., Пак Н.И. Нелинейные технологии в динамических тестовых заданиях по математике, Сибирский образовательный журнал «Современное образование» №3, 2001 г., с. 102-105.
44. Дьячук П.П., Лариков Е.В. Интегрированный курс практического программирования, практикум по решению задач на ЭВМ, Учебное пособие, Красноярск: РИО КГПУ, 2001 г.. 196 с.
45. Дьячук П.П., Лариков Е.В. Динамические компьютерные тесты-тренажеры / Тезисы международной научно-методической

- конференции «Новые информационные технологии в университетском образовании», Кемерово, 2002 г., с.57.
46. Дьячук П.П., Ларионов Е.В., Дьячук П.П. (мл.) Динамические открытые тестовые задания / Тезисы международной научно-методической конференции «Новые информационные технологии в университетском образовании», Новосибирск, 2001 г., с. 147.
  47. Жарова Л.В. Управление самостоятельной работой учащихся. Л.: ЛГПИ, 1982 г.
  48. Захаров А.Н., Матюшкин А.М. Проблемы адаптивных систем обучения // Кибернетика и проблемы обучения // Сб. переводов под ред. А.Н. Захарова, А.М. Матюшкина. М.: Прогресс, 1970 г.
  49. Ильина Т.А. Тестовая методика проверки знаний и программированное обучение // Сов. педагогика, 1967 г. № 2. с. 122-135.
  50. Крутецкий В.А. Основы педагогической психологии. М.: Педагогика, 1989 г.
  51. Калужнин Л.А. Об алгоритмизации математических задач // Проблемы кибернетики. 1959 г., №2.
  52. Лапчик М.П. Информатика и информационные технологии в системе общего педагогического образования. Монография. Омск: изд-во ОмГПУ, 1999 г. 294 с.
  53. Лернер А.Я. Начала кибернетики. М.: Наука, 1967 г. 400 с.
  54. Ляудис В.Я., Тихомиров О.К. Психология и практика автоматизированного обучения // Вопросы психологии. 1983 г. №6.
  55. Мордкович А.Г. Учебники Алгебры 7-9 кл. М.: Мнемозина, 2010 г.
  56. Мордкович А.Г. Алгебра 7-9 кл. Методическое пособие для учителя. М.: Мнемозина, 2000 г. 80 с.
  57. Мордкович А.Г. Алгебра 7-9 кл. Тесты. М.: Мнемозина, 2000 г.
  58. Основы педагогики и психологии высшей школы / Под ред. А.В. Петровского. М.: МГУ, 1986 г.

59. Пак Н.И. Нелинейные технологии обучения в условиях информатизации. Монография. Красноярск: КГПУ, 1999 г. 148 с.
60. Пидкасистый П.И. Самостоятельная деятельность учащихся в обучении. М.: МГПИ, 1978 г.
61. Пидкасистый П.И. Самостоятельная деятельность учащихся. Дидактический анализ процесса и структуры восприятия и творчества. М.: Педагогика, 1972 г.
62. Современная математики и математическое образование в контексте развития края: проблемы и перспективы: материалы научно-практической конференции студентов, аспирантов и школьников. Красноярск, 16 мая 2016г. Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2016 г. 156 с.
63. Современная математики и математическое образование в контексте развития края: проблемы и перспективы: материалы II Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и школьников. Красноярск, 18 мая 2017г. Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2017 г. 292 с.
64. Сосновский В.И., Тесленко В.И. Вопросы управления в обучении (педагогическое тестирование), ч.1, Красноярск: КГПУ, 1995 г.
65. Симонов В.П. Управление учебно-воспитательным процессом в средней школе на основе системного подхода. Автореферат дис. д-ра пед. наук. М., 1991 г.
66. Смолянинов В.В. От инвариантов геометрии к инвариантам управления // Сб. ст. интеллектуальные процессы и их моделирование. М.: Наука, 1987 г.
67. Смолянинов В.В. Структурные и функциональные инварианты распределения биологических систем: Реф. Пушкино: ин-т биофизики АН СССР, 1985 г. 43 с.

68. Талызина Н.Ф. Актуальные проблемы обучения в высшей школе. В кн. Педагогика высшей школы. Воронеж: ВГУ, 1974 г.
69. Талызина Н.Ф. Деятельностный подход к построению модели специалиста // Вестник высшей школы, 1986 г. 3. с. 10-14.
70. Талызина Н.Ф. Педагогическая психология: Учеб. для студ. сред. пед. учеб. заведений. М.: Академия, 1999 г. 288 с.
71. Талызина Н.Ф. Теоретические основы контроля в учебном процессе. М.: Знание, 1983 г.
72. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. Психологические основы. М.: МГУ, 1984 г.
73. Федоров Е.Б. Тестирование как средство управления учебным процессом при обучении математике в специализированных классах. Дис. канд. пед. наук. М., 1992 г.
74. Формирование учебной деятельности у студентов / Под ред. В.Я. Ляудис и др. М.: МГУ, 1989 г.
75. Энциклопедический словарь: Сов. энциклопедия, 1983 г. -1600 с.
76. Яглом А.М., Яглом И.М. Вероятность и информация, М.: Наука, 1973 г.
77. Andrei Cotrus, Camelia Stanciu. Dimitrie Cantemir University , Str. Bodoni Sandor, nr.35, Tirgu Mures,Cod 540545, Romania Procedia - Social and Behavioral Sciences 116 ( 2014 ) 2616 - 2619. 5<sup>th</sup> World Conference on Educational Sciences - WCES 2013. A study on dynamic assessment techniques, as a method of obtaining a high level of learning potential, untapped by conventional assessment.
78. Gronlund N.E. How to construct achievement test. Engewood Cliffs. N.J.: Prentice-Hall, 1988.
79. Lord F.M. Application of Item Response Theory to practical testing problems. Hillsdale New-York Lawrance Erlbaum Ass., Publ, 1980.
80. Marjolijn Peltenburg, Marja van den Heuvel-Panhuizen and Brian Doig. Mathematical power of special-needs pupils: An ICT-based dynamic

assessment format to reveal weak pupils' learning potential. *British Journal of Educational Technology* Vol 40 No 2 2009 273-284.

81. Nagamany Nirmalakhandan. A Civil Engineerign Depratment, New Mexico State University, MSC 3CE, Las Cruce, NM 88003, USA. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 83 ( 2013 ) 615 - 621. 2<sup>nd</sup> World Conference on Educational Technology Researches - WCETR2012. Improving problem-solving skills of undergraduates through computerized dynamic assessment.
82. *Perspectives on mathematical education*. Boston: Math educational library, 1986.
83. Thorndike R.L., Hagen E. *Measurement and evalution in psychology and sons*. N.J., 1956.
84. Hyman R., Stimulus information as a determinant of reaction times, *Journ. of Experemental Psychology* 45, 1953. №3. c. 188-196.

## Результаты контрольных срезов в контрольной группе

№	Фамилия	Первоначальный срез			Результирующий срез		
		а	х	у	а	х	у
1	Адолина Ксения	0	2	4	1	4	4
2	Бушукина Алина	2	5	5	2	5	5
3	Гусак Павел	0	2	4	0	3	4
4	Дегтярёв Игорь	0	1	3	0	1	3
5	Кислый Павел	0	3	4	0	4	4
6	Ковальчук Ревекка	0	4	4	0	4	4
7	Кузьменкова Эвелина	0	0	2	0	0	4
8	Лазарев Алексей	0	0	3	0	0	4
9	Лось Дмитрий	1	4	5	2	5	5
10	Лукин Вадим	0	0	2	0	0	3
11	Макушкина Алиса	3	5	5	3	5	5
12	Малютина Ирина	2	4	4	2	5	4
13	Новицкая Марина	3	5	5	3	5	5
14	Пудалева Александра	4	5	5	5	5	5
15	Роман Валерия	0	2	5	0	5	5
16	Рубан Константин	0	1	4	0	1	5
17	Суванова Арзуй	3	5	5	3	5	5
18	Танкович Екатерина	0	2	5	0	2	5
19	Чакилев Данила	3	5	5	3	5	5

20	Чанахаев Гасан	2	5	5	2	5	5
21	Шевлякова Татьяна	2	4	5	2	4	5