

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

Институт/факультет/филиал математики, физики и информатики  
(полное наименование института/факультета/филиала)  
Выпускающая(ие) кафедра(ы) математики и методики обучения математике  
(полное наименование кафедры)

**Анистратенко Оксана Юрьевна**

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема **ДИНАМИЧЕСКИЕ АДАПТИВНЫЕ ТЕСТЫ-ТРЕНАЖЕРЫ КАК  
СРЕДСТВО САМОУПРАВЛЕНИЯ ОСВОЕНИЕМ ТЕМЫ  
«ОПРЕДЕЛЕННЫЙ ИНТЕГРАЛ» СТУДЕНТАМИ ВУЗОВ**

Направление подготовки/специальность 44.04.01 Педагогическое образование  
(код направления подготовки/код специальности)

Магистерская программа Математическое образование в условиях ФГОС  
(наименование профиля программы)

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

Зав.кафедрой:

д-р пед. наук, профессор Л.В. Шкерина

« 11 » 12 2019 г. Шкерина  
(дата, подпись)

Руководитель магистерской программы  
д-р пед. наук, профессор Л.В. Шкерина

« 09 » 12 2019 г. Шкерина  
(дата, подпись)

Научный руководитель

д-р пед. наук, профессор П.П. Дьячук

« 06 » декабрь 2019 г. Дьячук  
(дата, подпись)

Дата защиты 27.12.2019

Обучающийся О.Ю. Анистратенко

« 06 » декабрь 2019 г. Анистратенко  
(дата, подпись)

Оценка \_\_\_\_\_  
(прописью)

Красноярск 2019

## Оглавление

Введение .....	3
ГЛАВА 1. Теоретические основы управления учебно-познавательной деятельностью учащихся	
§ 1.1 Формирование умений самоуправления учебно-познавательной деятельностью учащихся .....	16
§ 1.2 Применение динамических адаптивных тестов-тренажеров для формирования умения самоуправления освоением новой темы .....	26
ГЛАВА 2. Методика и результаты применения динамических адаптивных тестов	
§ 2.1 Дидактические особенности динамических адаптивных тестов в обучении математическому анализу в вузе .....	33
§ 2.2 Принцип работы динамических адаптивных тестов-тренажеров.. .....	37
§ 2.3 Статистическая обработка и анализ результатов исследования.... .....	53
Заключение .....	59
Библиографический список .....	61
Приложения	
Приложение 1.....	69
Приложение 2.....	77

## *Реферат магистерской диссертации*

*Анистратенко Оксаны Юрьевны*

*По теме: «Динамические адаптивные тесты-тренажеры как средство самоуправления освоением темы «Определенный интеграл» студентами вузов»*

Магистерская диссертация состоит из введения, двух глав, заключения, списка используемой литературы, включающего 80 источников. Текст диссертации содержит 15 рисунков. Общий объем диссертации 81 страница.

Цель исследования: обосновать целесообразность применения динамических адаптивных тестов по математическому анализу с реализацией обучающей и диагностической функций, и методику их применения в процессе обучения, внедрить данную методику к использованию.

Магистерская диссертация решала следующие задачи:

1) Выявление теоретических предпосылок формирования и основных направлений применения динамических адаптивных тестов в процессе обучения математическому анализу студентов вузов;

2) Описание и разработка методики применения динамических адаптивных тестов по математическому анализу для студентов 1 курсов вуза с целью формирования умения самоуправления освоением темы «Определенный интеграл»;

3) Оценка актуального состояния использования подобных тестов и апробирование методики их применения в обучении математическому анализу студентов вуза;

4) Разработка организационно-педагогических условий, направленных на применение динамических адаптивных тестов и анализ изменения успеваемости и усвоения материала у студентов, обучающихся с их применением.

В основу нашего исследования положена следующая гипотеза: применение динамические адаптивные тестов позволит получить более качественные результаты при меньших временных и умственных затратах; реализует дифференцированный подход в обучении; повысит эффективность обучения алгоритмической деятельности; реализует возможность адаптивного компьютерного управления учебной деятельностью в процессе выполнения тестовых заданий; повысит эффективность и гибкость управления учебно-познавательной деятельности студентов и позволит сформировать умение самоуправления учебно-познавательной деятельностью.

В магистерской диссертации были использованы такие методы, как анализ психолого-педагогической и методической литературы по проблеме исследования, наблюдение, тестирование студентов, анализ продуктов деятельности обучающихся и организация, проведение педагогического эксперимента, методы компьютерного моделирования систем искусственного интеллекта и теоретические основы теории управления, психолого-педагогические теории учебной деятельности.

В первой главе проведен анализ учебно-познавательной деятельности учащихся; охарактеризовано понятие самоуправления освоением новой темы; показана возможность организации обратной связи в динамических адаптивных тестах-тренажерах и соответствующего компьютерного управления процессом тестирования студента; предложены и проанализированы возможности динамических адаптивных тестов в организации самоуправления освоением темы «Определенный интеграл».

Во второй главе рассмотрены дидактические особенности динамических адаптивных тестов при обучении математическому анализу в вузе и их принцип работы; проведен педагогический эксперимент; по данным эксперимента проведен анализ и статистическая обработка.

## Abstract of the master's thesis

Anistratenko Oksana Yurevna

On the topic: «Dynamic adaptive tests-simulators as a means of self-development of the topic «Definite integral» by University students»

The master's thesis consists of an introduction, two chapters, conclusion, list of used literature, including 80 sources. The text of the dissertation contains 15 drawings. The total volume of the dissertation is 81 pages.

The purpose of the study: to justify the feasibility of using dynamic adaptive tests for mathematical analysis with the implementation of training and diagnostic functions, and the method of their application in the learning process, to introduce this method to use.

The master's thesis solved the following problems:

1) Identification of theoretical prerequisites for the formation and main directions of application of dynamic adaptive tests in the process of teaching mathematical analysis to University students;

2) Description and development of a method of application of dynamic adaptive tests in mathematical analysis for students of 1 courses of higher education institution for the purpose of formation of ability of self-management by development of a subject «Definite integral»;

3) Assessment of the current state of use of such tests and testing methods of their application in teaching mathematical analysis of University students;

4) Development of organizational and pedagogical conditions aimed at the use of dynamic adaptive tests and analysis of changes in the performance and learning of students studying with their use.

The basis of our study is based on the following hypothesis: the use of dynamic adaptive tests allow to obtain higher quality results in less time and mental costs; implementing a differentiated approach to learning; increase learning

efficiency algorithmic activities; implements adaptive computer management of educational activities in the process of performing test tasks; improve the efficiency and flexibility management of educational-cognitive activity of students and will allow to form skills of self-educational-cognitive activity.

In the master's thesis were used such methods as analysis of psychological-pedagogical and methodological literature on the problem of research, observation, testing of students, analysis of products of students ' activities and organization, conducting pedagogical experiment, methods of computer modeling of artificial intelligence systems and theoretical foundations of management theory, psychological-pedagogical theories of educational activity.

In the first Chapter проведен анализ educational-cognitive activity of students; described the concept of self-government in the development of new themes; shown possibility communication organization in dynamic adaptive tests-the gym; introduced opportunities dynamic adaptive tests in self-organization development of the topic «Definite integral».

In the second Chapter, the didactic features of dynamic adaptive tests in teaching mathematical analysis at the University and their principle of operation are considered; a pedagogical experiment is conducted; analysis and statistical processing is carried out according to the experiment data.

## **Введение**

### **Актуальность темы исследования**

Современное общество формируется, развивается, реализовывает свои возможности во время широкого распространения информационных технологий. Сложно представить современного члена общества без участия в его жизни компьютера, смартфона, различных приложений, и других результатов развития информационных технологий. Естественно, что процесс обучения в школе и в вузе тоже должен соответствовать современным тенденциям.

Все более распространенной становится тестовая форма контроля. Развитие компьютерных технологий дает возможность использования тестирования, как современной формы контроля и оценки знаний. Компьютерные средства поддержки должны помочь преподавателю в организации учебной деятельности учащихся в условиях современного образования, помочь осуществить контроль и оценку знаний учащихся, управление учебным процессом и его диагностику.

Очень значимым является аспект формирования умений самоуправления учебной деятельностью учащихся. Важно обеспечить развитие самостоятельности учащихся в учебной деятельности при решении поставленной задачи. При этом приобретаются умения самостоятельно переходить от принятия и понимания-анализа учебной задачи к конструированию идеальных способов и средств ее решения, от постановки учебной задачи к определению адекватных учебных действий, а далее – к самоконтролю и рефлексии реализованного действия. Таким образом обеспечивается накопление и развитие у учащихся метапредметных знаний и умений.

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 педагоги 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 занятиях по математическим дисциплинам в вузе.

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 учащихся, в том числе, аспект формирования умений самоуправления, динамических адаптивных тестов. Применение компьютерных технологий при изучении математических дисциплин вносит новые элементы в управление учебной деятельностью. 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 математических дисциплин;
- 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 учащимися 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 (Phoenex, 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 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 преподаватель не использует тестовые методики, отслеживая деятельность ученика. В преподавании математических дисциплин это обстоятельство часто приводит к тому, что процесс тестирования сводится к выполнению письменной контрольной работы в бумажном варианте. Проверая результаты такого «тестирования» преподаватель очень большое внимание уделяет процессу решения задачи, который виден в промежуточных выкладках, письменном изложении соображений, мыслей учащегося 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 учащегося 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 требуют предоставлять письменные решения тестовых заданий, а не просто

ответы. В этих случаях мы имеем своего рода статическую информацию, 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.

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 учащийся, выполняя тестовые задания, изменяется (преобразуется, совершенствуется) 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.

Обобщим вышеизложенную информацию и зафиксируем определение динамических адаптивных тестов.

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

В настоящее время созданы определенные предпосылки для повышения эффективности управления процессом обучения, на основе применения динамических адаптивных тестов.

Однако, не изучены возможности динамических адаптивных тестов в качестве средства самоуправления учебно-познавательной деятельностью учащихся. 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 математическим дисциплинам в вузе в качестве средства самоуправления освоением новых знаний учащихся. 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 динамических адаптивных тестов при обучении математическим дисциплинам в вузе. Для конкретизации ситуации была выбрана тема «Определенный интеграл» в курсе математического анализа.

**Проблема исследования** определяется противоречием между существующими технологиями тестирования знаний и умений учащихся и необходимостью тестирования самого процесса учебной деятельности студентов, их способности к самоуправлению.

Проблема определила тему исследования: «Динамические адаптивные тесты-тренажеры как средство самоуправления освоением темы «Определенный интеграл» студентами вузов».

**Объект исследования** – учебно-познавательная деятельность учащихся в процессе обучения математическому анализу в вузе у студентов 1 курса.

**Предмет исследования** – технология применения динамических адаптивных тестов как средства формирования умения самоуправления освоением нового материала в процессе учебно-познавательной деятельности студентов.

**Цель исследования** – обосновать целесообразность применения динамических адаптивных тестов по математическому анализу с реализацией обучающей и диагностической функций, и методику их применения в процессе обучения, внедрить данную методику к использованию.

#### **Гипотеза исследования**

Если в обучении студентов применять динамические адаптивные тесты, то:



- будут получены более качественные результаты при меньших временных и умственных затратах;
- реализуется дифференцированный подход в обучении;
- 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 студентов.

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

1) Выявить теоретические предпосылки формирования и основные направления применения динамических адаптивных тестов в процессе обучения математическому анализу студентов вузов;

2) Охарактеризовать и разработать методику применения динамических адаптивных тестов по математическому анализу для студентов 1 курсов вуза с целью формирования умения самоуправления освоением темы «Определенный интеграл»;

3) Оценить актуальное состояние использования подобных тестов и апробировать методику их применения в обучении математическому анализу студентов вуза;

4) Разработать организационно-педагогические условия, направленные на применение динамических адаптивных тестов и проанализировать изменения успеваемости и усвоения материала у студентов, обучающихся с их применением.

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 математическому анализу в вузе, позволяющая тестировать процесс учебной деятельности студентов при изучении определенных тем математического анализа и формировать умение самоуправления учебной деятельностью.

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

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

- при организации самостоятельной работы студентов;
- при обучении студентов определенным темам математического анализа;

при проведении тестирования студентов и определения таких параметров как скорость обучения и степень самостоятельности.

**Апробация.** В процессе исследования проводился педагогический эксперимент в Сибирском государственном университете науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева.

**Публикации.** По теме диссертационной работы опубликованы 2 статьи в сборниках материалов всероссийских научно-практических конференций.

**Описание структуры работы.**

Диссертационная работа изложена на 81 странице, включает 15 рисунков. Состоит из введения, двух глав, заключения, библиографического списка из 80 наименований и 2 приложений.

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

### **§ 1.1 Формирование умений самоуправления учебно-познавательной деятельностью учащихся**

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

Любая деятельность побуждается целью, непремностью 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.

В настоящее время в психологии существует два основных подхода к пониманию содержания и структуры деятельности. Согласно первому подходу, который условно обозначается как «структурно-логическая парадигма» психологического анализа деятельности, основным структурным компонентом является действие, а организация деятельности в целом трактуется как иерархия систем действий разного уровня сложности.

В рамках второго подхода, который обозначается как «функционально-динамическая парадигма» психологического анализа деятельности, предполагается необходимость нескольких качественно разнородных психологических компонентов – «единиц», образующих во взаимосвязи целостную психологическую структуру. Совокупность «единиц» обозначается понятием «инвариантная психологическая структура деятельности», основными компонентами которой являются: мотивация, целеобразование, антиципирование результатов деятельности, принятие решения, планирование, прогнозирование, контроль, оперативный образ деятельности, система индивидуальных качеств субъекта, совокупность исполнительских действий. Взятые в своей статике, т. е. в тех структурных

психических образованиях, которые их обеспечивают, эти компоненты – основные составляющие деятельности. В динамике – это основные регулятивные процессы [1].

В данной главе в рамках функционально-динамической парадигмы психологического анализа деятельности рассмотрены аспекты формирования умений самоуправления учебной деятельностью учащихся при изучении математического анализа в вузе. В контекстном обучении в вузе наряду с дидактическим преобразованием содержания соответствующих научных дисциплин используется и другой источник выбора содержания обучения – будущая профессиональная деятельность. Последовательное моделирование в учебной деятельности студентов целостного содержания, форм и условий профессиональной деятельности позволит формировать их социально-профессиональную компетентность в целях продуктивной адаптации в современном мире. С позиций контекстно-компетентностного подхода [2] рассмотрим пути формирования умений самоуправления в освоении нового материала у студентов при обучении математическим дисциплинам в вузе.

Самостоятельная работа учащихся, рассматриваемая в целом как специфическая форма учебной деятельности обучающегося, представляет собой многостороннее, полифункциональное явление. Анализ литературы по педагогике и психологии позволяет выявить связь самоуправления с самовоспитанием, саморегуляцией, самообразованием, самореализацией, управляемым самообучением, управлением самостоятельной работой и самоорганизацией личности [3].

В диссертационных исследованиях последних лет рассматривается ряд аспектов самоуправления, к которым относятся: самоуправление как операциональный психологический механизм деятельности (Н. А. Вагапова); состав и особенности комплекса психолого-педагогических условий формирования умений самоуправления курсантов в образовательной

деятельности военного вуза (Н. В. Пономарева); самостоятельная работа студентов как условие развития способов самообучения и самореализации, зависящих от качества учебно-методического обеспечения (Т. Д. Речкина); педагогическая модель распределения функций административного управления, педагогического и студенческого самоуправления в образовательном процессе (В. О. Королева); сущностные характеристики индивидуальнотипологического подхода как средства управления самостоятельной работой студентов (И. Е. Белокоз); система управляемого самообучения учащихся математике на повышенном уровне с использованием информационных технологий (В. В. Казаченок). В концептуальной модели самоуправления Н. М. Пейсахова представлен структурно-функциональный аспект этого процесса: анализ противоречий или ориентировка в ситуации, прогнозирование, целеполагание, планирование, принятие решений, критерии оценки, самоконтроль, коррекция [4]. В психологической системе деятельности такие процессы, как целеполагание, антиципация, принятие решений, прогнозирование, планирование, самоконтроль, саморефлексия и др., относят к метакогнитивным интегральным процессам [5].

Нами самоуправление понимается как внутренняя самоорганизация, внутрисистемное и самодостаточное управление в рамках учебной деятельности, необходимые для функционирования соответствующего объекта самоуправленческого воздействия, являющегося одновременно субъектом управления. При характеристике готовности учащихся к самоуправлению учебной деятельностью нами выделены три ведущих компонента: аксиологический, гносеологический и деятельностный. Аксиологический компонент представлен системой ценностных ориентаций, установок и убеждений учащихся; гносеологический – спектром методологических, теоретических и технологических знаний о механизмах функционирования и развития, месте и сущности, научно-методическом

обеспечении самоуправления в учебной деятельности учащихся; деятельностный – метакогнитивными умениями учащихся (анализ противоречий или ориентировка в ситуации; прогнозирование, целеполагание, планирование, принятие решений, критерии оценки, самоконтроль, коррекция).

Рассмотрим, как могут меняться категории в процессе деятельности на примере деятельности студента, которая обусловлена необходимостью решения задач по теме «Интегрирование».

Перед введением понятия интеграла вводится понятие первообразной. Поэтому необходимо повторить понятие производной, физического смысла производной. Прежде чем вводить понятие интегрирование, как правило, сначала рассматривается понятие первообразной. Для того, чтобы учащиеся сознательно отличали производную от первообразной на первых порах должен быть четкий алгоритм  $F'(x) = f(x)$ . После закрепления понятия первообразной изучаются ее свойства. Наизусть учится таблица первообразных. Потом изучаются способы интегрирования. Способы хорошо закрепляются и оттачиваются на решении неопределенных интегралов. И только потом студенты переходят к изучению темы «Определенный интеграл».

По мере изучения каждого этапа студенты переходят на более высокий уровень осознания и обучения, а предыдущие элементарные действия становятся элементами автоматизма.

Таким образом, единицей деятельности на начальной стадии обучения является элементарное знание свойств первообразной. По мере обучения различным видам преобразований графика функции студент переходит на более высокий уровень обучения. «Элементарные» действия, которые выполняет студент, уходят на подсознательный уровень. В качестве действия начинает выступать применение таблицы первообразных. При этом

количество операций уменьшается, они имеют интегрированный характер. Следующий уровень обученности деятельности по интегрированию предполагает подсознательное совершение всех операций.

По достижении этого уровня обученности деятельность по интегрированию функций превращается в одно из действий по достижению других, более сложных целей, стоящих перед математическим анализом.

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, отработывает 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 учащегося 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, то скорость выполнения действий резко уменьшается.

Каждое действие учебно-познавательного процесса рассматривается как элемент процесса решения 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 учебно-познавательной деятельности: 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 учащимся 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.

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 учебно-познавательной деятельности по математическим дисциплинам учитывать специфику ее целей.

Основная цель математической подготовки учащихся в вузе – воспитание высокой математической культуры; развитие навыков математического мышления; развитие абстрактного логического мышления; использование математических методов и основ математического моделирования в практической деятельности. А также возможность использования математических инструментов в освоении специальных дисциплин, и, как основу будущей профессиональной деятельности.

Конкретизируем основную цель учебно-познавательной деятельности по математическому анализу в разделе интегральное исчисление:

- обучение студентов основным математическим методам, необходимым как для изучения других дисциплин, так для успешной профессиональной деятельности;
- выработка навыков математического исследования прикладных задач, а также навыки анализа результатов решения задач;
- развитие навыков самостоятельного изучения литературы по математике и ее инженерным приложениям.

Выделим в учебно-познавательной деятельности две составляющих: математическую и учебную.

Под математической деятельностью учащихся понимают деятельность, направленную на изучение программного материала математического анализа. Основная ее цель – формирование математических

знаний, умений и навыков, позволяющих ученику воспроизводить теоретический материал по дисциплине и устанавливать логико-структурные связи между ее частями, а также применять полученные знания, умения и навыки при решении задач различного уровня сложности. Предметом этой деятельности является математическая теория, составляющая содержание курса математического анализа в вузе. Продуктом этой деятельности являются усвоенные студентом 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.

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.). Учебная деятельность учащихся, в процессе изучения математического анализа, имеет свои специфические особенности, обусловленные особенностями математического образа мышления.

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 учебно-познавательной деятельностью учащихся:

1. Изучение объекта управления. Поскольку объектом управления является учащийся, то необходимо получить информацию о его состоянии.

В динамических адаптивных тестах по математическому анализу, представляющих мини обучающие системы с адаптацией к студенту, акт управления – изучение объекта – 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 преподавателя.

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

4. Коррекция учебной деятельности учащихся и программы на основе получаемой информации. Преподаватель в процессе работы постоянно корректирует свою деятельность и деятельность студентов.

В преподавании математического анализа очень важна 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 преподавателя. К недостаткам этого вида контроля надо отнести отсутствие непосредственного контакта студента с преподавателем и слабый контроль процесса учебной деятельности. Это приводит к недостаточной объективности этого метода контроля. Надо отметить, что все существующие

методы контроля деятельности 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.

Эту проблему позволяют решить динамические адаптивные тесты-тренажеры.

## **§ 1.2 Применение динамических адаптивных тестов-тренажеров для формирования умения самоуправления освоением новой темы**

Адаптивные тесты позволяют в процессе тестирования предъявлять обучающемуся задания, которые зависят от его ответов на предыдущих этапах тестирования. Такой подход имеет существенные преимущества по сравнению со стандартным подходом к тестированию. Так, в процессе адаптированного тестирования можно учитывать уровень подготовленности обучающегося, его особенности и способности, а также внести элемент индивидуализации, что отвечает современным требованиям к организации образовательного процесса.

При создании адаптивного теста можно выбрать один из двух подходов, который наиболее соответствует тематике тестирования и категории обучающихся. Первый подход предусматривает постоянную адаптацию к меняющимся условиям – порядок изменения заданий теста меняется на каждом шаге тестирования, во втором подходе предусмотрена блочная адаптация, когда процесс адаптации проходит после ответов обучающегося на определенный блок заданий.

Динамическое тестирование предусматривает определение некоторого набора областей, в которых требуется выяснить уровень подготовленности обучающегося, а четкая последовательность действий не определена. Так, динамический тест предусматривает нечеткую структуру, и

задание на каждом последующем этапе выбирается по определенному алгоритму, но из однотипной группы заданий с одинаковой сложностью.

Совмещение подходов динамического и адаптивного тестирования позволяет получать качественные характеристики о процессе обучения, его результатах и индивидуальных особенностях обучающихся. Кроме того, такой подход значительно сокращает время прохождения теста для определенной категории обучающихся, которые хорошо владеют материалом. Другая категория обучающихся в процессе динамического адаптивного тестирования может восполнить свои знания и усвоить требуемый материал, однако для этого потребуется более длительное время.

Компьютерное динамическое адаптивное тестирование позволяет сделать процесс обучения интерактивным, современным и интересным для обучающегося и одновременно с этим облегчить процесс обучения для преподавателя, работающего с большим количеством обучающихся. Знания обучающегося могут быть значительно улучшены, если в процессе тестирования он получает обратную связь от преподавателя, учитывая его индивидуальные способности к обучению. Все это реализуется в процессе динамического адаптивного тестирования. При тестировании происходит регулирование и корректировка обучения, в зависимости от поведения обучающегося.

Оценка, получаемая в результате тестирования, является интерактивной, учитывает характер процесса обучения, улучшает сам процесс обучения и позволяет прогнозировать потенциал обучающегося в той или иной области [Дьячук и др., 2018].

При обучении студентов вуза математическому анализу требуется, чтобы знание некоторых понятий были доведены до автоматизма. Например, требуется четкое знание таблицы производных и первообразных. И

динамическое адаптивное тестирование позволяет обучающимся получить требуемые навыки.

В процессе компьютерного динамического адаптивного тестирования предполагается непрерывное наблюдение за ходом обучения, поддерживается обратная связь посредством компьютерной среды. Следовательно, сложность заданий, количество подсказок, вспомогательной информации и время тестирования зависят от количества ошибок обучающегося и его поведения при тестировании. Процесс тестирования будет продолжаться до тех пор, пока обучающийся не покажет требуемый результат, т.е. его действия должны стать независимыми от подсказок среды и вспомогательной информации. Что и требуется для отличного знания базового материала, в частности, таблицы производных и первообразных [Дьячук и др., 2010].

Динамические адаптивные тесты являются положительным дополнением к стандартному подходу обучения и при использовании в процессе обучения, в т.ч. математическому анализу, позволяют получать более качественные результаты. Такой процесс обучения позволяет обучающемуся легче усваивать материал и запоминать его на длительный срок, т.к. предполагает активное участие обучающегося, активизирует познавательные процессы и учитывает индивидуальные особенности

Динамические адаптивные педагогические компьютерные тесты рассматриваются нами как средство педагогической технологии, обеспечивающее ее гибкость и функциональность. Данное средство дает знание не только о качественной стороне управления учебным процессом, но и количественную информацию. Оно позволяет получать объективные данные о таких важных характеристиках, как скорость обучаемости алгоритмам решения стандартных задач по математическому анализу, 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 студента.

Компьютер в динамических адаптивных тестовых заданиях выполняет контрольную и корректирующую функции.

Используемые динамические адаптивные тесты работают на всех уровнях деятельности: аналитически-созерцательный (генерируется задание, задается цель и ситуация; задание выполняется в демонстрационном режиме или сообщается конечный результат деятельности; задача учащегося провести анализ действий по ее решению; из решения нужно определить неизвестные параметры задачи), на этом уровне вид деятельности – репродуктивная аналитическая; алгоритмический (учащийся 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), вид деятельности – репродуктивная деятельность по памяти или действие в типовой ситуации, которая формирует навыки по выполнению алгоритма; эвристический (генерируется задание, но не ясна ситуация, в которой цель может быть достигнута; учащийся должен дополнить ситуацию и применить ранее усвоенные знания для решения задачи), вид деятельности – продуктивная, применение усвоенных знаний в новой, нестандартной ситуации или преобразование.

Как инструмент, позволяющий провести достаточно надежную оценку сформированности элементов учебно-познавательной деятельности учащегося, в т.ч. навыков самоуправления, по математическому анализу 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.

Динамические адаптивные тесты дают информацию об особенностях когнитивных процессов в деятельности учащихся, измеряют скорость обучения студентов. Тестовый контроль знаний является одной из компонент системы управления учебной деятельностью и организуется следующими принципами: соответствия целям и задачам данной деятельности; диагностичности; объективности; систематичности; научности и технологичности.

Одним из средств, обеспечивающих технологичность тестового контроля, являются компьютерные программы моделирующие, как процесс тестирования, так и процесс деятельности учащегося, программы, записывающие и хранящие информацию, как о достижениях, так и о процессе деятельности, с разверткой временного ряда событий.

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 вычислению определенного интеграла количество видов операций три: преобразование интеграла к табличному виду; вычисление первообразной; применение формулы Ньютона-Лейбница. В конкретном задании студент должен выполнить некоторое оптимальное количество операций, представляющее некоторую комбинацию из выше перечисленных видов операций, приводящее к правильному ответу.

В данном исследовании предлагаются динамические адаптивные тестовые задания, которые формируются компьютерной моделью. Эта компьютерная модель представляет собой совокупность объектов

предметной области. Испытуемый, выполняя задание, осуществляет деятельность, связанную с преобразованием объектов.

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, последовательность формируется в процессе выполнения заданий учащимся. Т.о., испытуемый сам формирует последовательность операций, приводящую к достижению цели. Это дает дополнительные степени свободы для проявления индивидуальности студента и для более объективного тестирования его учебно-познавательной деятельности.

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 студента 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 студенту. 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 студента позволяют точнее определить этот уровень.

## ***Выводы по главе 1***

1. Проведен анализ учебно-познавательной деятельности учащихся и условно выделено в две составляющие: предметная и учебная, охарактеризовано их содержание, предмет, объект и результаты. Охарактеризовано понятие самоуправления освоением новой темы в курсе математического анализа. Рассмотрены аспекты формирования умения самоуправления.

2. Показана возможность организации обратной связи в динамических адаптивных тестах-тренажерах и соответствующего компьютерного управления процессом тестирования студента. На основе получения оперативной информации в результате стандартного тестирования и компьютерного тестирования преподаватель может контролировать и при необходимости корректировать процесс учебной деятельности студента, то есть управлять формированием определенных навыков в процессе учебно-познавательной деятельности. Это существенно усиливает роль компьютерного тестирования в управлении учебно-познавательной деятельностью.

3. Предложены и проанализированы возможности динамических адаптивных тестов в организации самоуправления освоением темы «Определенный интеграл».

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

### **§2.1 Дидактические особенности динамических адаптивных тестов в обучении математическому анализу в вузе**

Динамические адаптивные тесты-тренажеры по математическому анализу расширяют возможности управления и контроля за учебно-познавательной деятельностью студентов. Основой динамических адаптивных тестов являются компьютерные модели математических понятий и объектов, с которыми студенты осуществляют активную целенаправленную деятельность. Когда студенты выполняют традиционную письменную контрольную работу, составленную в формате теста, преподаватель не видит, как протекает умственный процесс у студента. Информации, которую получает преподаватель, возможно не хватает для реализации принципа индивидуального подхода к обучению студентов. Динамические адаптивные тесты по математическому анализу дают возможность отследить деятельность студентов 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 данном параграфе рассмотрим динамический адаптивный тест-тренажер, лежащий в основе эксперимента, проводимого в СибГУ у студентов первого курса обучения.

Тест-тренажер по теме «Определенный интеграл» имеет следующий интерфейс.

После того, как студент ввел свои данные, появляется главное окно программы, которое выглядит, как представлено на рис. 1.

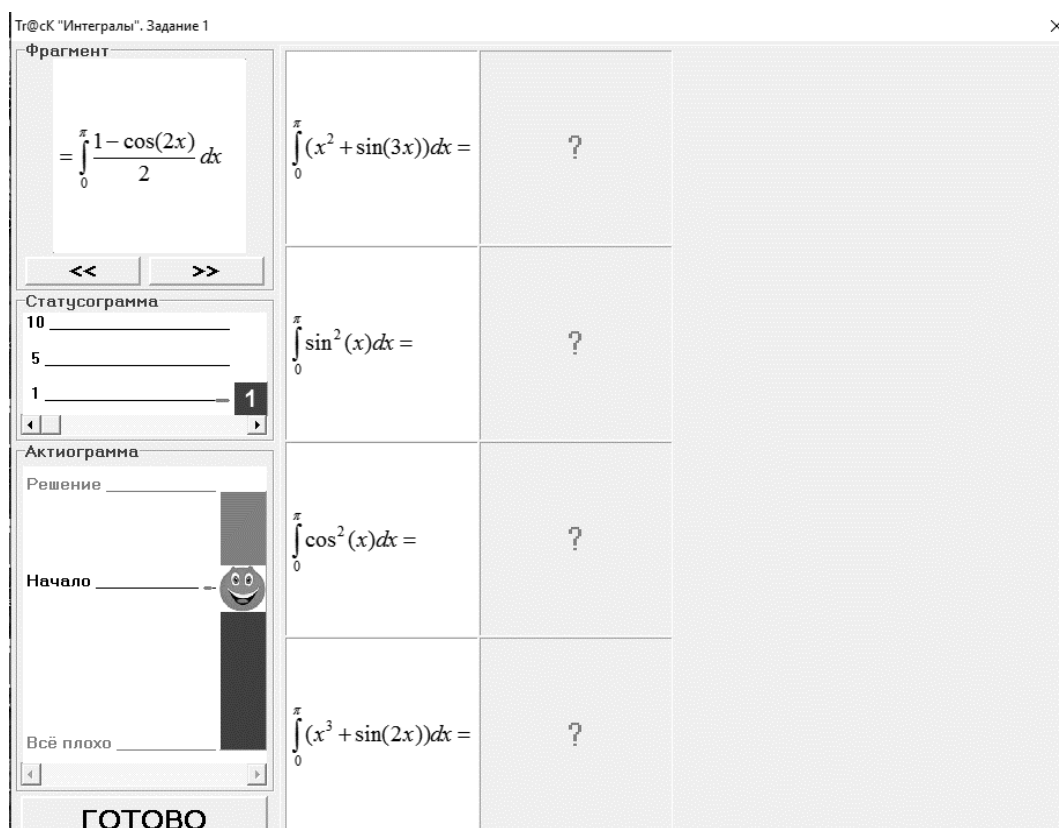


Рис. 1

Итак, для прохождения каждого динамического адаптивного теста из трех необходимо было выполнить определенные действия в программной оболочке. А именно, правильно выстроить цепочку из четырех шагов при вычислении определенного интеграла, что позволяет видеть процесс решения в динамике и уметь раскладывать его на составляющие. Таких цепочек в программе предложено четыре.

В поле «Фрагмент» расположены все варианты, составляющие правильную цепочку решений каждого из четырех определенных интегралов. Кнопками «вперед», «назад» следует пролистывать изображения, пока не будет найден нужный фрагмент. Таких действий можно совершать неограниченное количество, это никак не влияет на результат тестирования. После того, как нужный фрагмент найден, необходимо расположить его в основном поле, нажав левой кнопкой мыши в подходящем месте.

В поле «Статусограмма» студент видит уровень, которому соответствует его процесс выполнения задания. По количеству времени, затраченному на выбор варианта и правильности принятого решения, обучающемуся присваивается уровень с первого по десятый, который меняется после выполнения каждого шага.

В поле «Подсказка» студент может наблюдать обратную связь на свои действия. Каждому присвоенному уровню соответствует определенный статус подсказок от программной оболочки: чем выше уровень, тем меньше подсказок получает студент. Подсказки заключаются в том, что студент видит верность принятого решения и может изменить вариант решения на данном шаге, не заканчивая всю цепочку целиком. Правильность установленного фрагмента подкрепляется выражением «смайлика» в поле подсказок.

Тр@сК "Интегралы". Задание 1

Фрагмент

$$= \frac{x^4}{4} \Big|_0^\pi + \frac{1}{2} \int_0^\pi \sin(2x) d(2x)$$

Статусограмма

10 \_\_\_\_\_  
 5 \_\_\_\_\_  
 1 \_\_\_\_\_ **1**

Актиограмма

Решение \_\_\_\_\_

Начало \_\_\_\_\_

Всё плохо \_\_\_\_\_

**ГОТОВО**

$\int_0^\pi (x^2 + \sin(3x)) dx =$	?		
$\int_0^\pi \sin^2(x) dx =$	$= \int_0^\pi \frac{1 - \cos(2x)}{2} dx$	$= \frac{1}{2} \int_0^\pi dx - \frac{1}{4} \int_0^\pi \cos(2x) d(2x)$	$= \frac{x}{2} \Big _0^\pi - \frac{\sin(2x)}{4} \Big _0^\pi = \frac{\pi}{2}$
$\int_0^\pi \cos^2(x) dx =$	$= \int_0^\pi \frac{1 + \cos(2x)}{2} dx$	$= \frac{1}{2} \int_0^\pi dx + \frac{1}{4} \int_0^\pi \cos(2x) d(2x)$	$= \frac{x}{2} \Big _0^\pi + \frac{\sin(2x)}{4} \Big _0^\pi = \frac{\pi}{2}$
$\int_0^\pi (x^3 + \sin(2x)) dx =$	?		

Рис. 2

На рисунке 2 в поле подсказок видна траектория установки фрагментов студентом: первый фрагмент был установлен неправильно, но потом ошибка исправлена и дальнейшие фрагменты устанавливаются безошибочно. Рисунок 3 иллюстрирует процесс, в котором обратная связь отсутствует, т.е. в процессе установки фрагментов сразу достигнут высокий уровень, на котором подсказки недоступны.



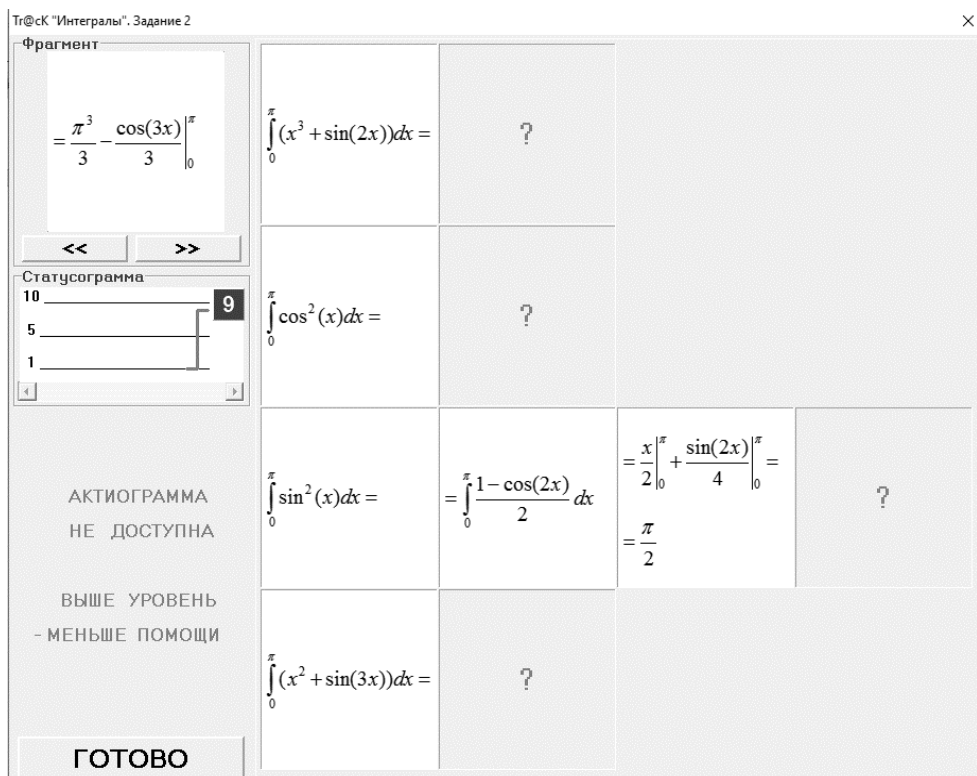


Рис. 3

После установки всех фрагментов необходимо нажать кнопку «Готово», если все цепочки составлены верно, то в поле подсказок будет отображен уровень деятельности, на котором было завершено задание. Тестирование заканчивается, как только студент достигнет десятого уровня. Если же уровень не достигает требуемого, то тестирование продолжается. Так выполняется столько заданий, сколько потребуется студенту для достижения десятого уровня учебно-познавательной деятельности.

Информация, считываемая компьютером, при работе с динамическими адаптивными тестами такого типа, разнообразная и может быть классифицирована по типам заданий. Соответствующие диагностические выводы об учебной деятельности студентов будут отражать не только количественные, но и качественные особенности математической деятельности. Динамические адаптивные тесты создают условия для проявления интеллекта студента, усиливают роль самоуправления в процессе выполнения заданий.

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

## **§2.2 Принцип работы динамических адаптивных тестов-тренажеров**

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 студента. На начальном этапе выполнения коэффициент обратной связи равен 1.

Временной ряд событий (операций) записывается в компьютерную память и является экспериментальным материалом, из которого извлекается информация о характеристиках учебно-познавательной деятельности учащегося. 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 как своеобразный механизм обратной связи, образующий информационный поток от преподавателя к студенту. Эта информация может нести упреждающий действие студента характер. Но студент может получать информацию в виде подсказок и после выполнения действия. В простейшем варианте это сообщения вида «правильно» или «неправильно», или показ того, как нужно выполнять действие. Если всю деятельность студента 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 идеале, деятельность выполняется, без каких-либо подсказок, а студенту сообщается лишь 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, преподавателем, 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, студенту требуется все меньше и меньше «подсказок». В идеале, когда ученик овладел алгоритмом, он не нуждается ни в каких комментариях. В этом случае можно говорить о том,

что он овладел умением осуществлять алгоритмическую деятельность по выполнению данного типа заданий. Но утверждать, что у студента сформировался навык, то есть автоматизм, в выполнении алгоритма нельзя.

В каждом задании можно выделить конечное число элементарных операций. Это перелистывание фрагментов решения определенного интеграла, установка и отмена установки фрагмента. Каждая операция выполняется по нажатию определенной клавиши управления на клавиатуре или мыши.

В программе, согласно которой студент выполняет это действие, производится запись кодов клавиш операций. Запись последовательности кодов производится скрытно от студента и позволяет записать траекторию решения задачи. Процесс записи производится с хронометражем времени затрачиваемого на каждую операцию. Эта информация после обработки данных в специальной программе-обработчике поступает к преподавателю в виде диаграмм, выводов о характере ошибок, о рациональности достижения цели и временных затратах студента. Изучая динамику изменения стратегии студента по достижении цели, преподаватель может сделать выводы о том, как быстро студент осваивает алгоритм. Таким образом, преподаватель получает информацию о скорости обучения студента. 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 студенту: 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 студент, выполняя тестовые задания, растет в плане совершенствования алгоритмической деятельности. Эти преобразования объекта фиксируются компьютером в реальном времени, образуя временной ряд событий. Если студент 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 студент, чтобы улучшить свой результат, и отражается в изменении отношений между входом (заданием) и выходом (действие студента). В динамических адаптивных тестах на вход подается серия аналогичных заданий. На выходе, производится компьютерная запись деятельности студента по выполнению каждого задания. Активное поведение студента проявляется в том, что изменяется характер его деятельности, 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 студента, 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 студенту. Тогда о величине ошибки студент будет судить по интенсивности сигнала. Эта информация выводится студенту на экран компьютера и используются им 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 студенту. Коэффициент обратной связи для учащегося может изменяться от единицы до нуля. Различные значения коэффициента обратной связи отражают различия в уровне степени самостоятельности студента 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 студента. Когда  $k = 1$ , то информация о ходе выполнения задания поступает непрерывно и студент 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 студент частично осуществляет свою деятельность без опоры на внешний (компьютерный) источник сигналов о ходе выполнения задания. То, что

сигналы появляются, свидетельствует о том, что у студента 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 студент выполняет задание без промежуточных комментариев. Его умений достаточно для того, чтобы осуществлять контроль и коррекцию деятельности по выполнению заданий, т.е. сформировано умение самоуправления учебно-познавательной деятельностью.

Таким образом, в процессе работы с динамическими адаптивными тестами студент 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 студента при выполнении задания.

Рассмотрим характер реакций компьютера на выполнение учащимся заданий теста. Итак, при выполнении задания возможны только два исхода: задание выполнено правильно и 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.

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

Таким образом, адаптация к уровню деятельности студента по выполнению заданий осуществляется через управление значением коэффициента компьютерной обратной связи посредством самоуправления студентом внутреннего механизма обратной связи.

Рассмотрим организацию компьютерной обратной связи на примере динамического адаптивного теста по теме «Определенный интеграл».



Этот тест позволяет организовать деятельность студента по выработке алгоритма решения определенных интегралов с тригонометрическими функциями, где необходимо использовать формулы тригонометрии для преобразования интеграла к табличному виду. Для этого на экран дисплея выводится четыре примера, в которых предлагается найти правильное решение, разложив последовательность действий на определенные этапы интегрирования. С помощью управляющих клавиш студент может перелистывать фрагменты решения и устанавливать/возвращать на место необходимые фрагменты. По окончании преобразований он вводит ответ нажатием клавиши «Готово». От задания к заданию исходные интегралы не меняются, это необходимо для четкого усвоения алгоритмической деятельности и доведения ее до автоматизма.

Достижение цели – правильное выполнение задания – приведет к переходу к следующему заданию.

При работе с тестом студент выполняет целенаправленную деятельность по достижению промежуточной цели, которая состоит в выполнении текущего задания. Основная цель работы студента с тестом состоит в том, чтобы сформировать собственный механизм обратной связи по выполнению алгоритма. Для студента 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 студентами могут сильно отличаться.

Так, если студент очень хорошо обучается алгоритму или просто владеет им, то количество заданий, выполненных им будет равно 2 или 3. Его «уровневая траектория» короткая и, как правило, представляет собой

быстрый переход от 1-го уровня к 10. Этот вариант событий проиллюстрирован на рисунке 4 результатами учащегося №3.

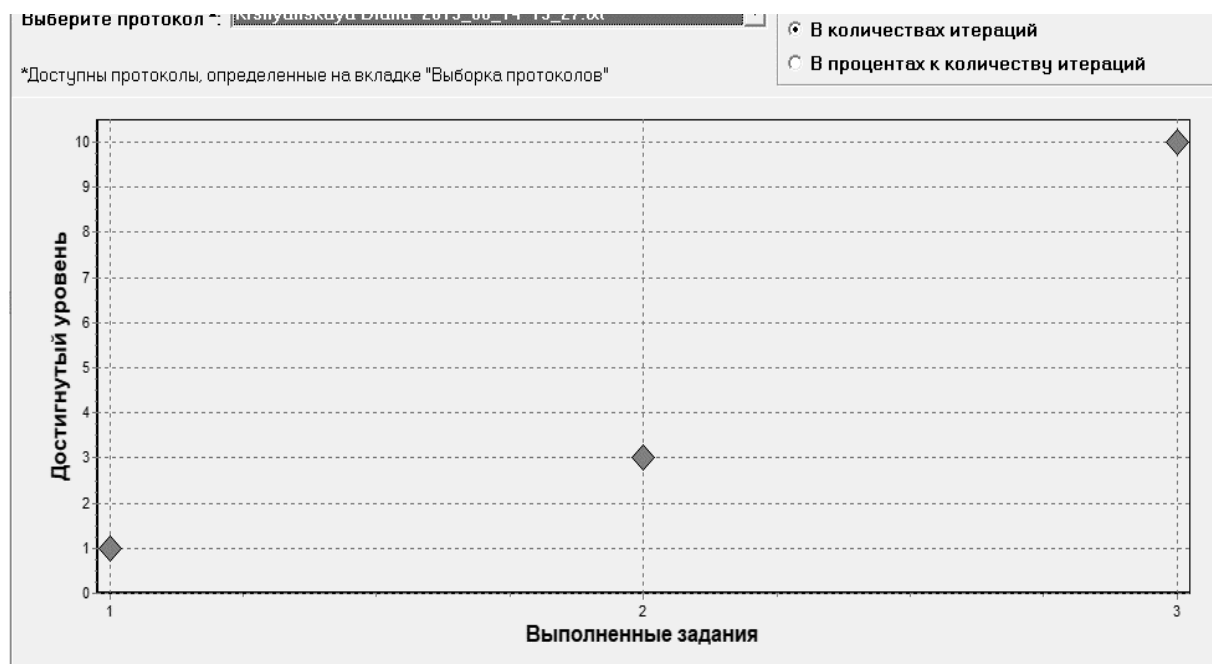


Рис. 4

Деятельность нормально обучаемого студента отражается в планомерном повышении, от задания к заданию, уровня самостоятельной деятельности от 1 до 10, с небольшими скачками, через 1 или реже 2 уровня.

Проследим за процессом прохождения теста-тренажера учащимся №3 по полученной в процессе тестирования информации. Информация извлекается при обработке специальной программой-обработчиком.

Итак, на рисунке 4 видно, что первое задание учащийся выполнил на 1 уровне. Посмотрим, сколько действий было при этом выполнено, за какое время, с каким коэффициентом обратной связи.

На рисунке 5 показана диаграмма совершаемых учащимся действий, а также наличие или отсутствие помощи на каждом этапе выполнения задания. Горизонтальная ось – время выполнения задания в секундах, вертикальная ось – вид выполняемой операции.



потом следует их установка, затем опять просмотр и установка и т.д., пока не будут установлены все фрагменты решения.

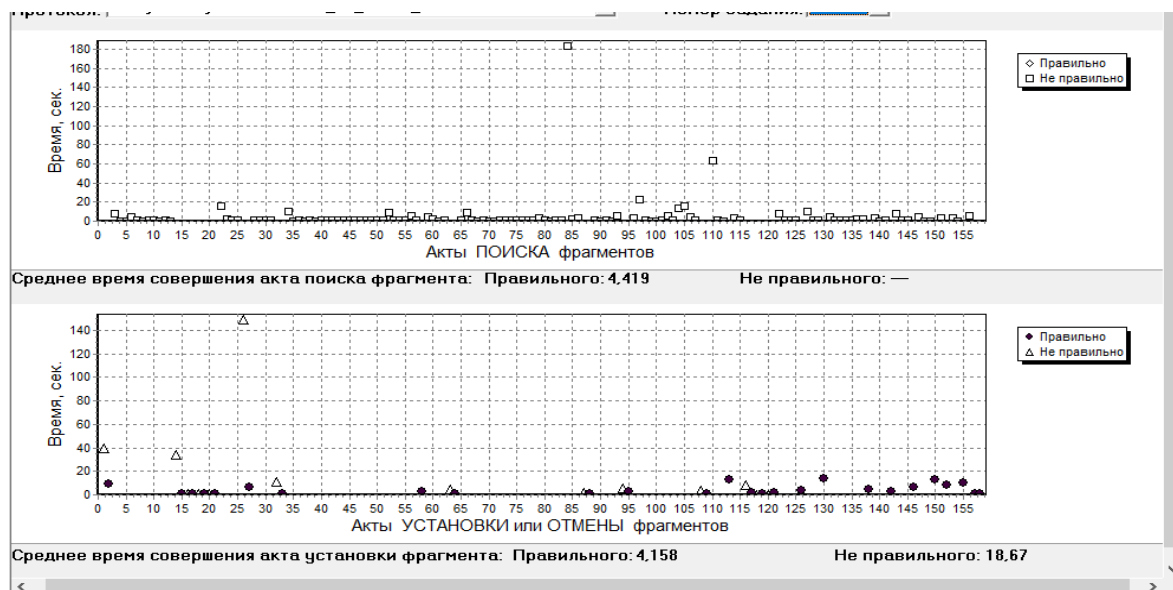


Рис. 6

Также полученная информация позволяет вычислить энтропию установки фрагментов, которая показывает меру беспорядка в действиях учащегося (см. рис. 7). Чем больше действий совершает учащийся, тем ближе к единице значение энтропии. При единственном правильном действии по установке фрагмента, энтропия будет равна нулю. Так, из рис. 7 видно, что в первом задании энтропия довольно высока, а в последующих заданиях равна 0. Что будет прослеживаться и по другим показателям выполнения заданий. Это будет показано в дальнейших иллюстрациях.

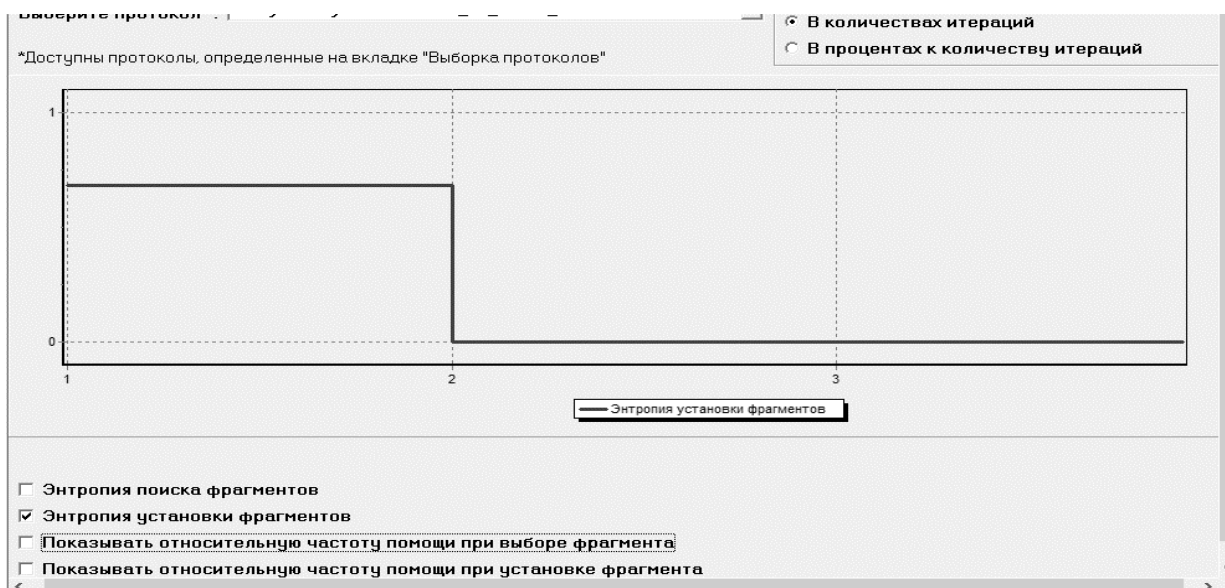


Рис. 7

Учащийся № 3 закончил выполнение теста-тренажера после трех заданий. Посмотрим, как изменилась ситуация с основными характеристиками при выполнении задания 2 и 3. Из рис. 8 видно, что при выполнении второго задания подсказка была активна не постоянно, а только в некоторые моменты времени. Однако при этом при установке фрагментов решения не было допущено ошибок, что подняло учащегося на более высокий уровень. При установке фрагментов совершались только правильные действия, что и подтверждается значением энтропии во втором задании.

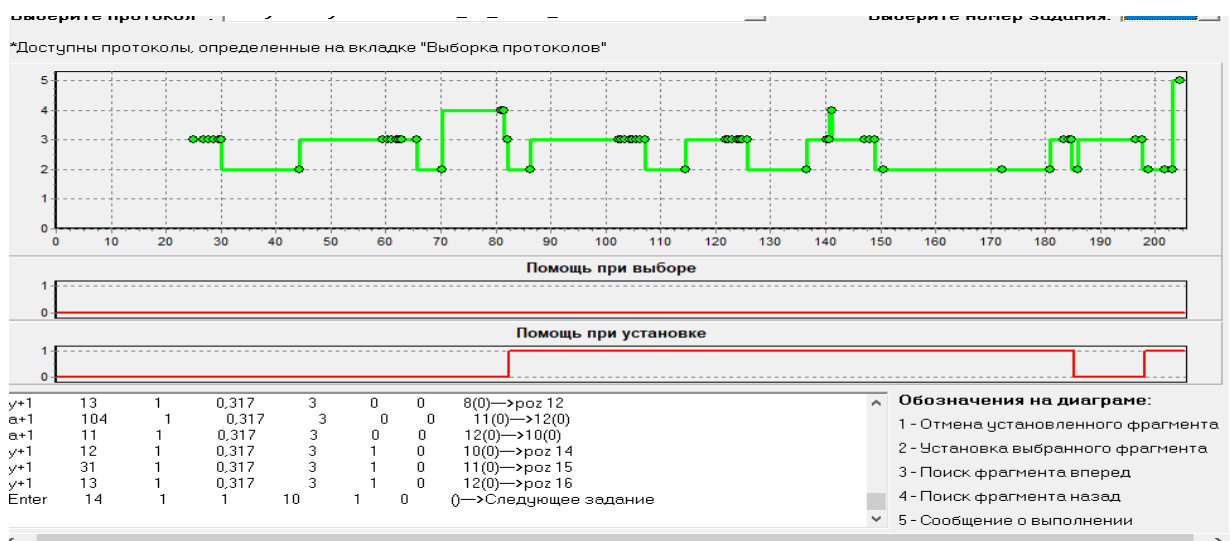


Рис. 8

Количество операций по установке и выбору нужного фрагмента также сократилось, как и время выполнения задания. Это отражено на рис. 9.

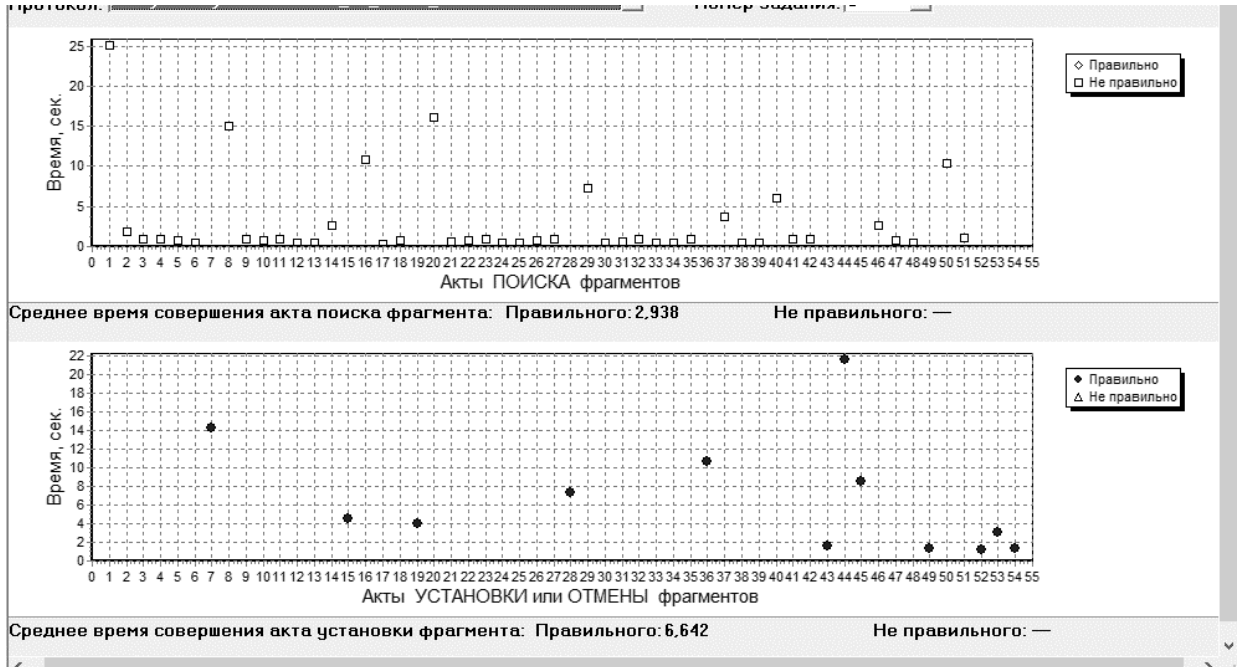


Рис. 9

Посмотрим, какая ситуация была при выполнении задания 3. На рис. 10 видим, что действия по установке фрагментов безошибочны. Обратная связь отсутствует на протяжении всего задания 3.

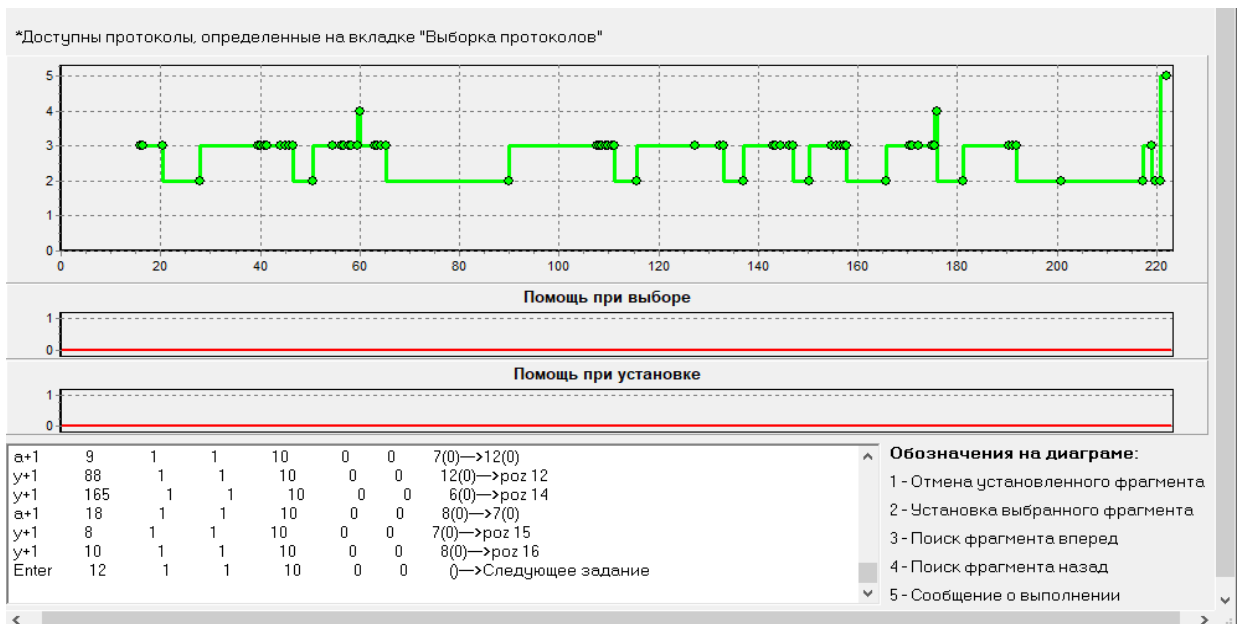


Рис. 10

Количество выполненных операций и время выполнения также сократилось, что и иллюстрируется на рис. 11.

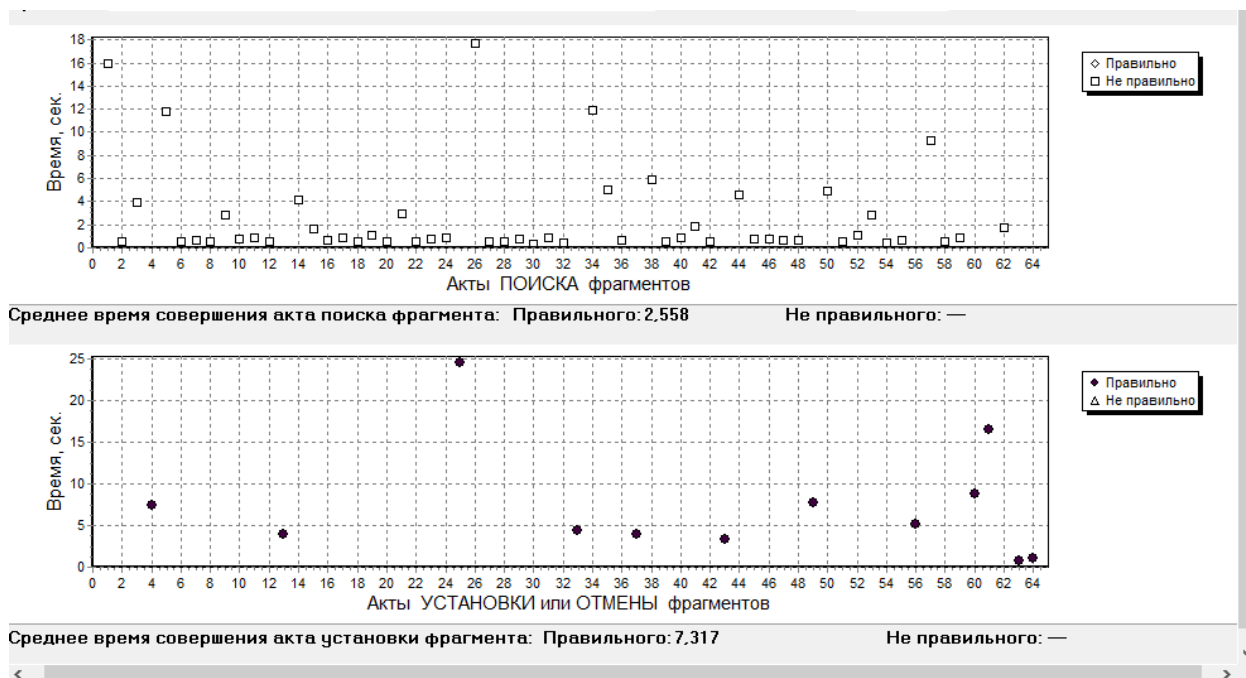


Рис. 11

При выполнении задания 3 учащийся достиг десятого уровня и завершил выполнение теста-тренажера.

Для студента, 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.

Проследим за ходом работы на тестом-тренажером у такого студента. Возьмем учащегося №8. Ему понадобилось выполнить 7 заданий для достижения цели. Это видно на рис. 12. Тем не менее, конечная цель достигнута, хотя для ее достижения потребовалось гораздо больше усилий, чем у учащегося №3.

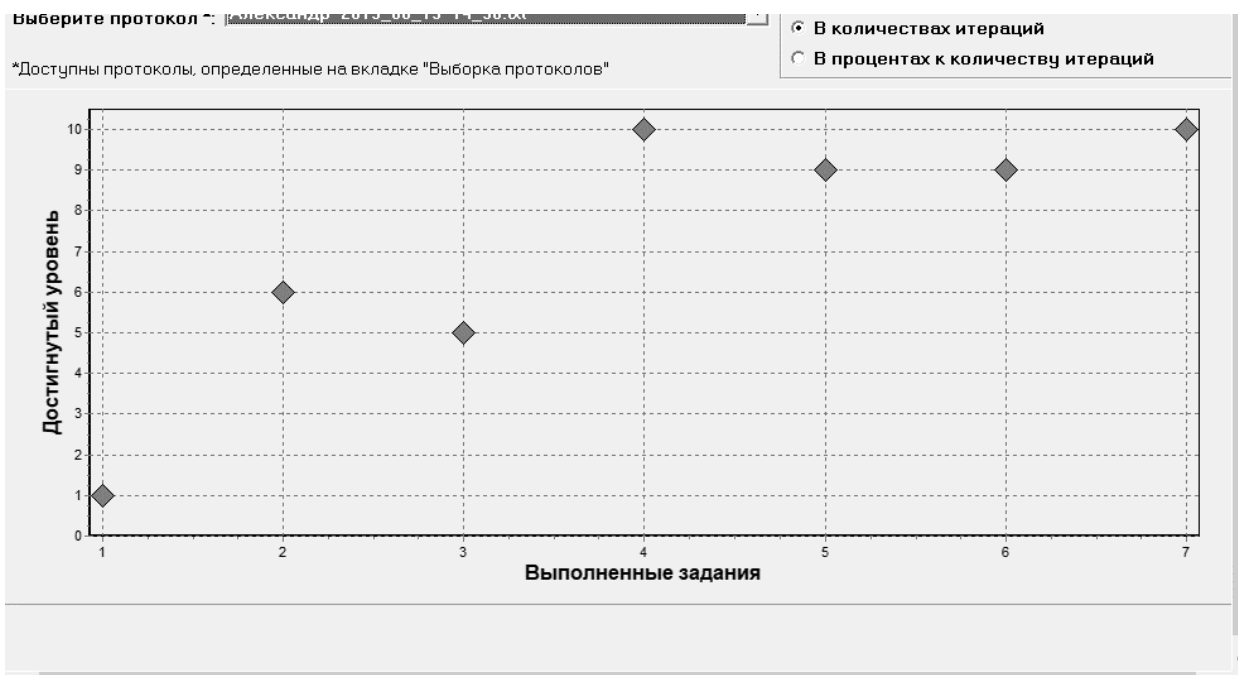


Рис. 12

Динамику выполнения заданий у учащегося №8 можно увидеть в Приложении 1.

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  $V_t = U/t$ .

Уровень  $U$  может быть достигнут студентом 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 студента при работе на таком тесте имеет два вида временных масштаба, определяемых целями: стратегической – выход на самый верхний уровень выполнения алгоритма; тактическими – правильное



выполнение 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 студентом 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 секунды.

Когда перед студентом стоит проблема выбора правильного ответа, то часто возникают ситуации, когда реакция на ответы является автоматической, то есть студент оценивает их не производя предварительного мысленного анализа. Такие действия или операции мы предлагаем считать несущественными. В противоположность им, ситуации, в которых студент 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 студентом над объектом.

Существенные операции или действия мы определим, как сложные реакции студента на ситуации требующие времени для принятия решения, больше чем 0.1 секунды. Предполагается, что при временах больших, чем 0.1 секунды, студент производит мыслительную деятельность по переработке и усвоению информации, по работе с заданиями. Если студент 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 студента по выполнению заданий описывается скачкообразными функциями  $f(t)$ , представляющими временные ряды событий каждое из которых является существенной операцией, или осознанным выбором действия студента.

### **§2.3. Статистическая обработка и анализ результатов исследования**

В результате проведения эксперимента было получено 69 протоколов обследования процесса учебно-познавательной деятельности учащихся. Для статистической обработки результатов пригодными оказались 59 протоколов, за исключением тех, в которых студенты неправильно выполняли инструкции по прохождению теста-тренажера, а также были исключены те протоколы, которые намного превышали средние показатели.

В результате обработки были построены диаграммы рассеяния для первых трех заданий, которые выполняли практически все студенты. Остальные задания выполнялись лишь частью студентов, поэтому в данную обработку не включались.

На рис. 13 представлена диаграмма рассеяния при выполнении студентами задания 1. Диаграмма показывает текущее положение каждого учащегося в задании № 1 при прохождении теста-тренажера. Это позволяет наглядно оценить состояние процесса по группе испытуемых в целом и по каждому студенту отдельно.

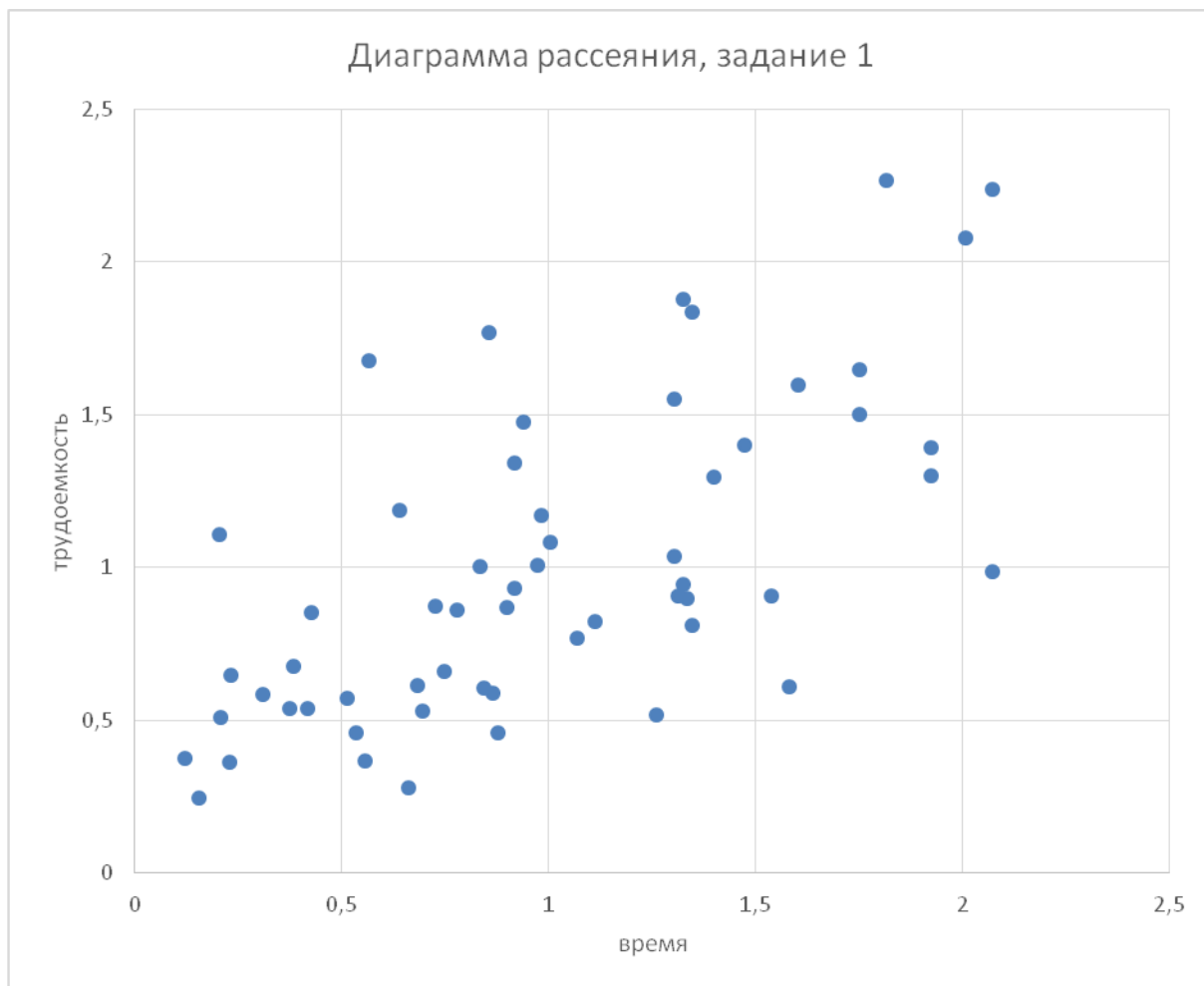


Рис. 13

На оси абсцисс откладывалось нормированное время, на оси ординат – нормированная трудоемкость. Нормирование проводилось в целях увеличения наглядности, в связи с большими значениями исследуемых показателей. Из рис. 13 видно, что разброс этих параметров относительно среднего значения достаточно велик. Данные для построения диаграмм по всем рассматриваемым уровням представлены в Приложении 2.

На рис. 14 представлена диаграмма рассеяния к заданию № 2. На диаграмме уже прослеживается изменение ситуации со средними значениями показателей.

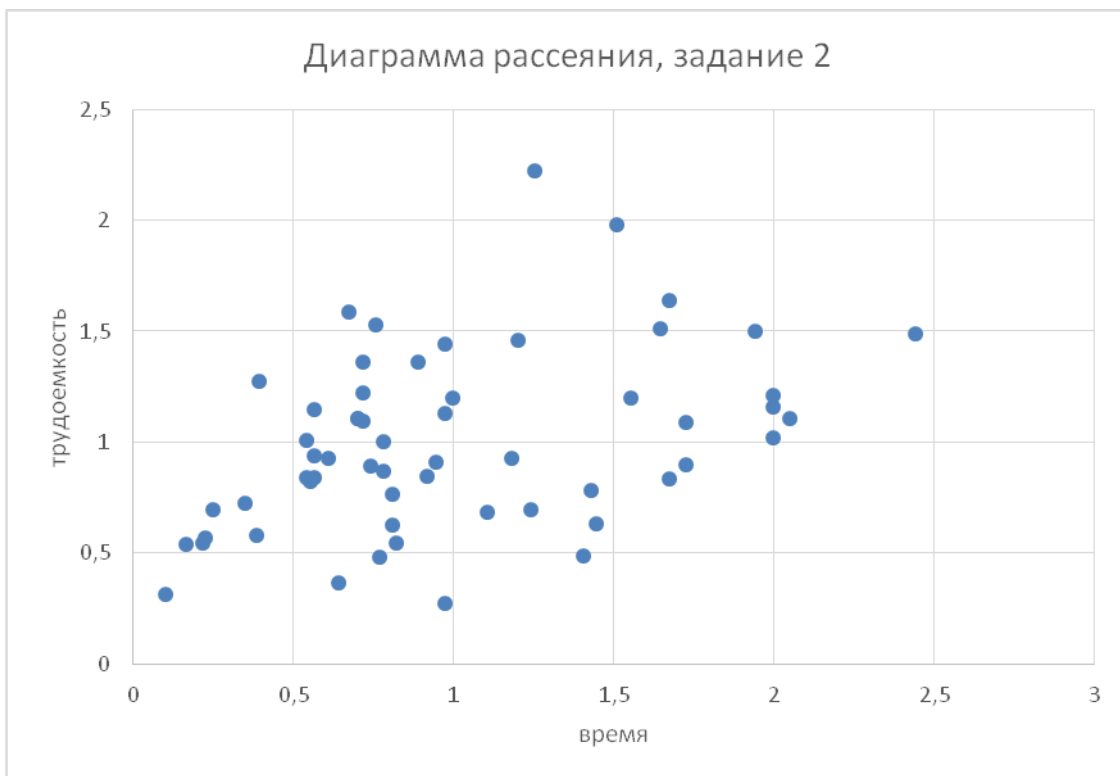


Рис. 14

На рис. 15 изображена диаграмма рассеяния к заданию №3.

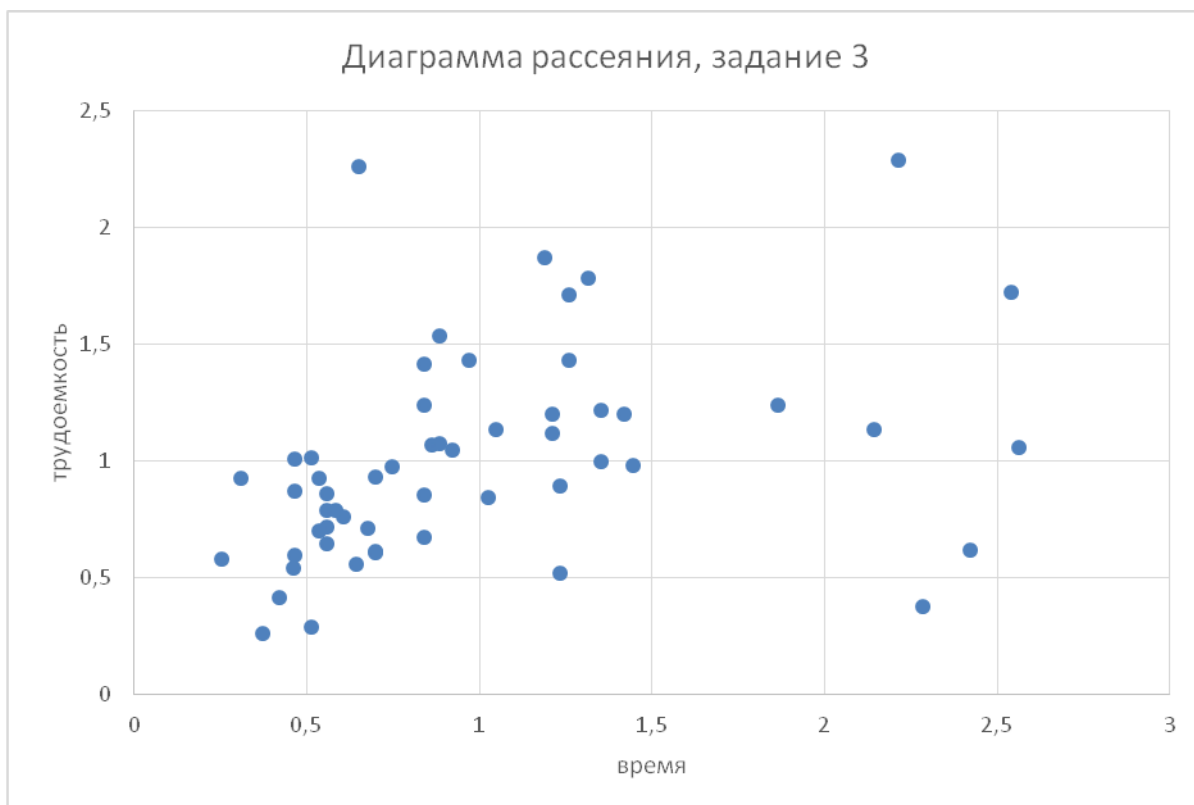


Рис. 15

Из представленных диаграмм видно, что с каждым заданием время выполнения и трудоемкость каждого учащегося все больше приближаются к средним значениям указанных параметров. Это говорит о том, что учебно-познавательная деятельность студентов переходит с аналитическо-созерцательного уровня на эвристический уровень.

Вычисленные средние значения количества операций, времени и трудоемкости по выборке с каждым заданием уменьшаются. Так, в первом задании среднее время выполнения составило 468 секунд при 110 операциях, трудоемкость при этом – 4.5 секунды на выполнение 1 операции. Во втором задании эти показатели уменьшились: время до 370 секунд, количество операций до 109, трудоемкость до 3.66. В третьем задании среднее время составило 214.6 секунд, количество операций – 77.8, трудоемкость – 3.1.

Вычислены значения дисперсии и среднеквадратического отклонения по выборкам нормированного времени и трудоемкости. Их значения изменяются следующим образом: в первом задании  $D(t)=0.29$ ,  $\sigma(t)=0.54$ ,  $D(N)=0.26$ ,  $\sigma(N)=0.51$ , во втором задании  $D(t)=0.28$ ,  $\sigma(t)=0.53$ ,  $D(N)=0.16$ ,  $\sigma(N)=0.4$ , в третьем задании  $D(t)=0.26$ ,  $\sigma(t)=0.51$ ,  $D(N)=0.14$ ,  $\sigma(N)=0.37$ . Эти показатели плавно уменьшаются.

Вычислен коэффициент корреляции между временем и трудоемкостью. В первом задании коэффициент корреляции составил 0.66. Во втором задании – 0.41. В третьем задании – 0.36. Это говорит о том, что связь между временем и трудоемкостью по выборке экспериментальных данных уменьшается по мере перехода к следующему заданию.

Полученные результаты позволяют выделить среди студентов группы, в каждую из которых попадают учащиеся со схожими характеристиками учебно-познавательной деятельности.

Так, в первую группу выделим студентов, у которых значения времени выполнения и трудоемкости выполнения задания меньше средних

значений:  $t < t_{cp}$ ,  $N < N_{cp}$ . Вторую группу составляют студенты, у которых  $t < t_{cp}$ ,  $N > N_{cp}$ . В третью группу выделим учащихся, у которых  $t > t_{cp}$ ,  $N < N_{cp}$ . И в четвертую группу попадают студенты с характеристиками, превышающими средние значения рассматриваемых показателей:  $t > t_{cp}$ ,  $N > N_{cp}$ .

Очевидно, что каждая из выделенных групп студентов имеет различные характеристики учебно-познавательной деятельности. Учащимся требуется различное время и различное количество операций для достижения конечной цели. Преподавателю целесообразно будет разработать для каждой группы свои методические рекомендации для освоения материала по курсу математического анализа. Это позволит индивидуализировать подход к обучению и даст более качественные результаты процесса обучения.

Являясь преподавателям студентов, принимающих участие в эксперименте, и сравнив данные, полученные при обработке результатов эксперимента с данными, которые имеются от выполнения традиционной учебно-познавательной деятельности, оказалось, что результаты каждого студента схожи.

### *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 учебно-познавательной деятельностью учащихся, 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 приведенного динамических адаптивных тестов по математическому анализу по теме «Определенный интеграл».

4. Рассмотренные динамические адаптивные тесты, адаптируются к индивидуальным особенностям конкретного студента. 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 показатели, как количество выполняемых операций, время их выполнения, трудоемкость процесса учебно-познавательной деятельности. Вычислены их



средние значения, построены диаграммы рассеяния. Выделены группы с существенно отличающимися характеристиками.

## 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. Воскерчян 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., Ларииков 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., Ларииков 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., Ларииков 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., Ларииков 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 Ом-ГПУ, 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. Пак Н.И. Нелинейные технологии обучения в условиях информатизации. Монография. Красноярск: КГПУ, 1999 г. 148 с.
56. Пидкасистый П.И. Самостоятельная деятельность учащихся в обучении. М.: МГПИ, 1978 г.
57. Пидкасистый П.И. Самостоятельная деятельность учащихся. Дидактический анализ процесса и структуры восприятия и творчества. М.: Педагогика, 1972 г.
58. 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.
59. 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.
60. Сосновский В.И., Тесленко В.И. Вопросы управления в обучении (педагогическое тестирование), ч.1, Красноярск: КГПУ, 1995 г.
61. Симонов В.П. Управление учебно-воспитательным процессом в средней школе на основе системного подхода. Автореферат дис. д-ра пед. наук. М., 1991 г.
62. Смолянинов В.В. От инвариантов геометрии к инвариантам управления // Сб. ст. интеллектуальные процессы и их моделирование. М.: Наука, 1987 г.

63. Смолянинов В.В Структурные и функциональные инварианты распределения биологических систем: Реф. Пущино: ин-т биофизики АН СССР, 1985 г.43 с.
64. Талызина Н.Ф. Актуальные проблемы обучения в высшей школе. В кн. Педагогика высшей школы. Воронеж: ВГУ, 1974 г.
65. Талызина Н.Ф. Деятельностный подход к построению модели специалиста // Вестник высшей школы, 1986 г. 3. с. 10-14.
66. Талызина Н.Ф. Педагогическая психология: Учеб. для студ. сред. пед. учеб. заведений. М.: Академия, 1999 г. 288 с.
67. Талызина Н.Ф. Теоретические основы контроля в учебном процессе. М: Знание, 1983 г.
68. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. Психологические основы. М.: МГУ, 1984 г.
69. Федоров Е.Б. Тестирование как средство управления учебным процессом при обучении математике в специализированных классах. Дис. канд. пед. наук. М., 1992 г.
70. Формирование учебной деятельности у студентов / Под ред. В.Я. Ляудис и др. М.: МГУ, 1989 г.
71. Энциклопедический словарь: Сов. энциклопедия, 1983 г. -1600 с.
72. Яглом А.М., Яглом И.М. Вероятность и информация, М.: Наука, 1973 г.
73. 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.
74. Gronlund N.E. How to construct achievement test. Engewood Cliffs. N.J.: Prentice-Hall, 1988.



75. Lord F.M. Application of Item Response Theory to practical testing problems. Hillsdale New-York Lawrence Erlbaum Ass., Publ, 1980.

76. 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.

77. 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.

78. Perspectives on mathematical education. Boston: Math educational library, 1986.

79. Thorndike R.L., Hagen E. Measurement and evaluation in psychology and sons. N.J., 1956.

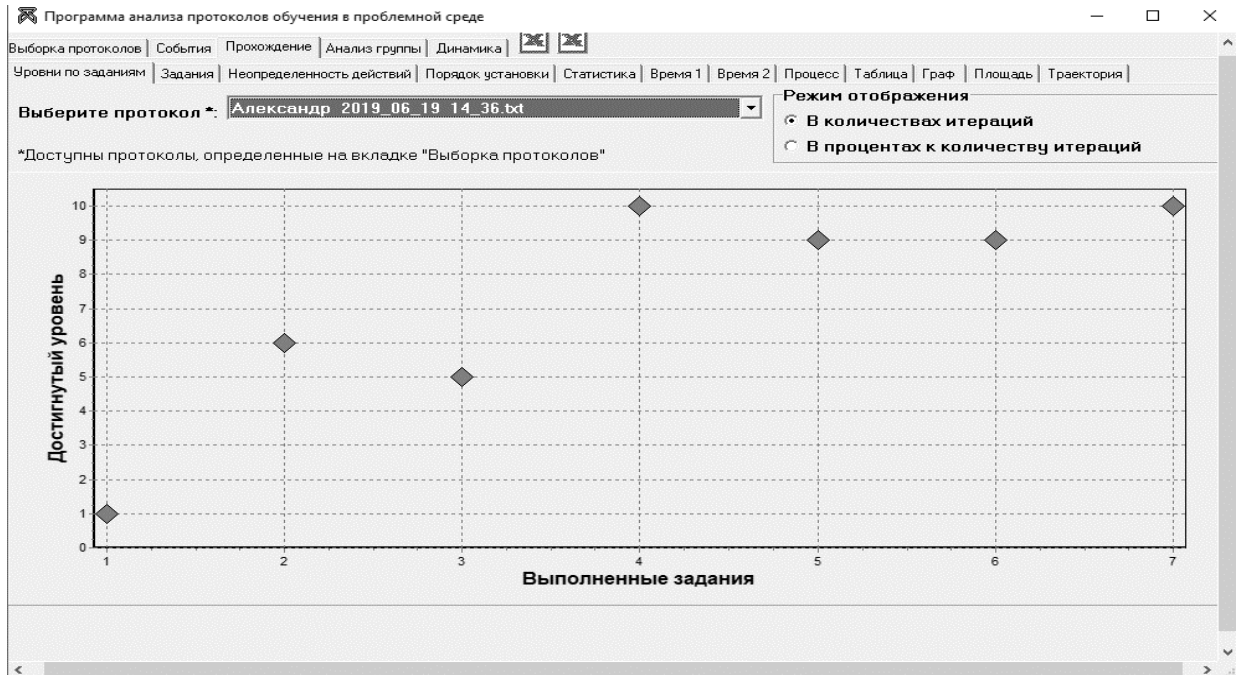
80. Hyman R., Stimulus information as a determinant of reaction times, Journ. of Expermental Psychology 45, 1953. №3. c. 188-196.

# Приложения

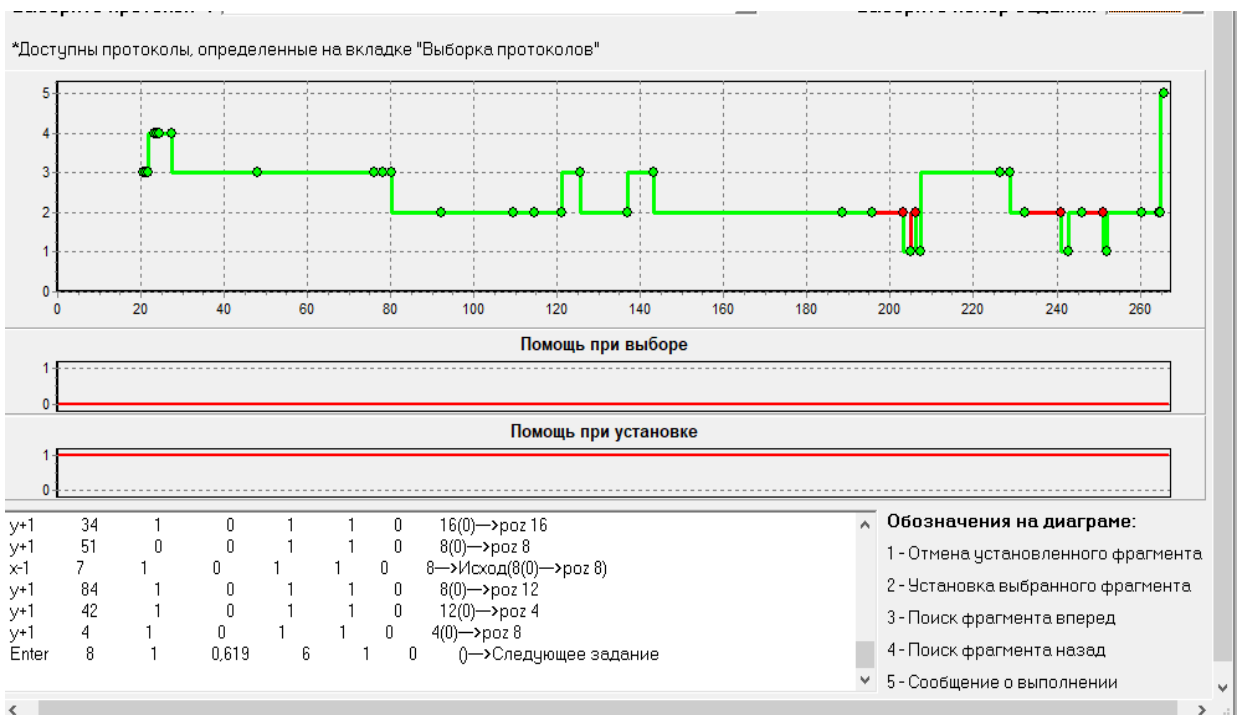
## Приложение 1

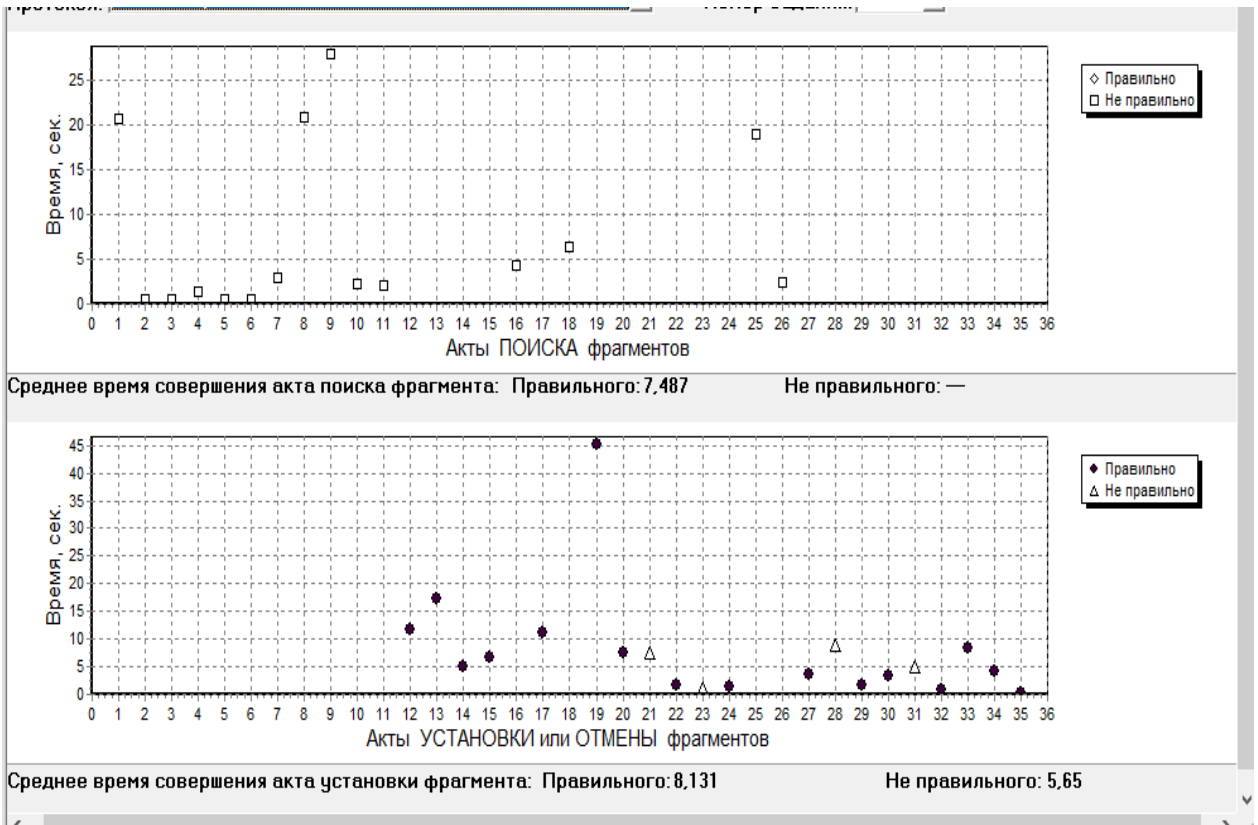
### Результаты учащегося №8

#### Уровни по заданиям

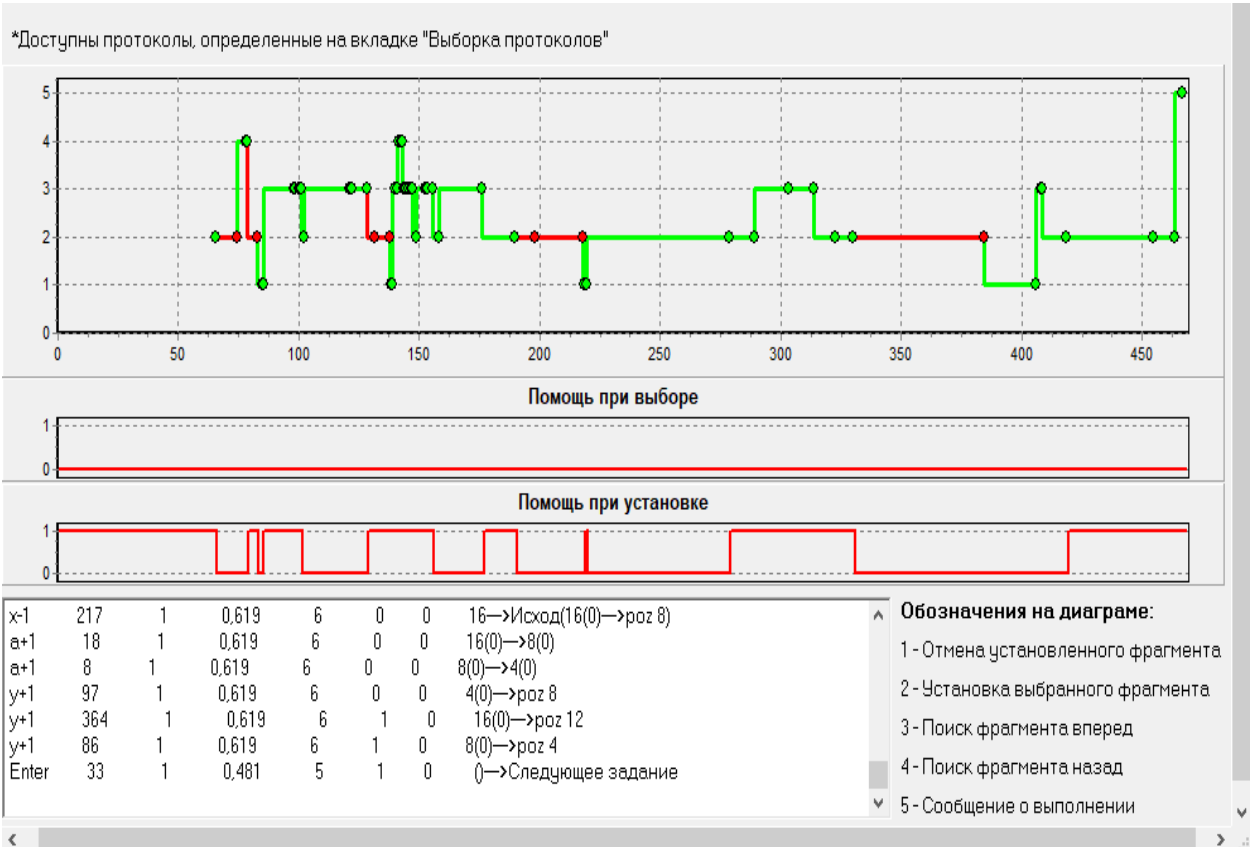


## Задание 1





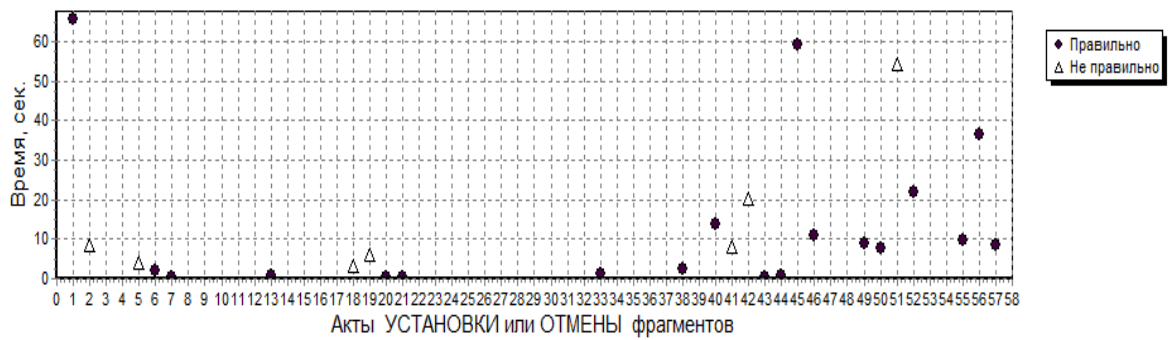
## Задание 2





Среднее время совершения акта поиска фрагмента: Правильного: 3,435

Не правильного: —

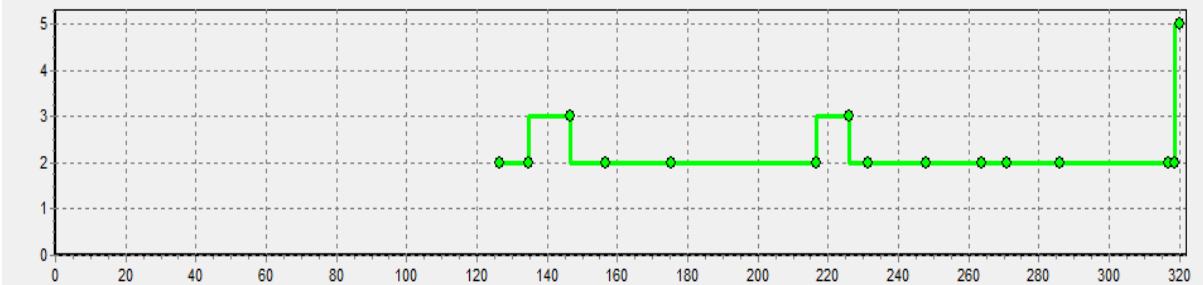


Среднее время совершения акта установки фрагмента: Правильного: 13,26

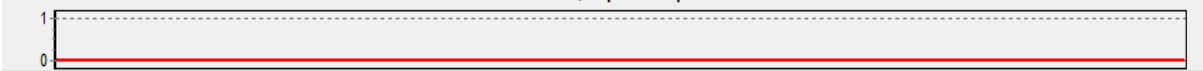
Не правильного: 14,97

### Задание 3

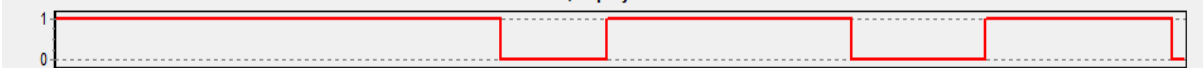
\*Доступны протоколы, определенные на вкладке "Выборка протоколов"



Помощь при выборе



Помощь при установке

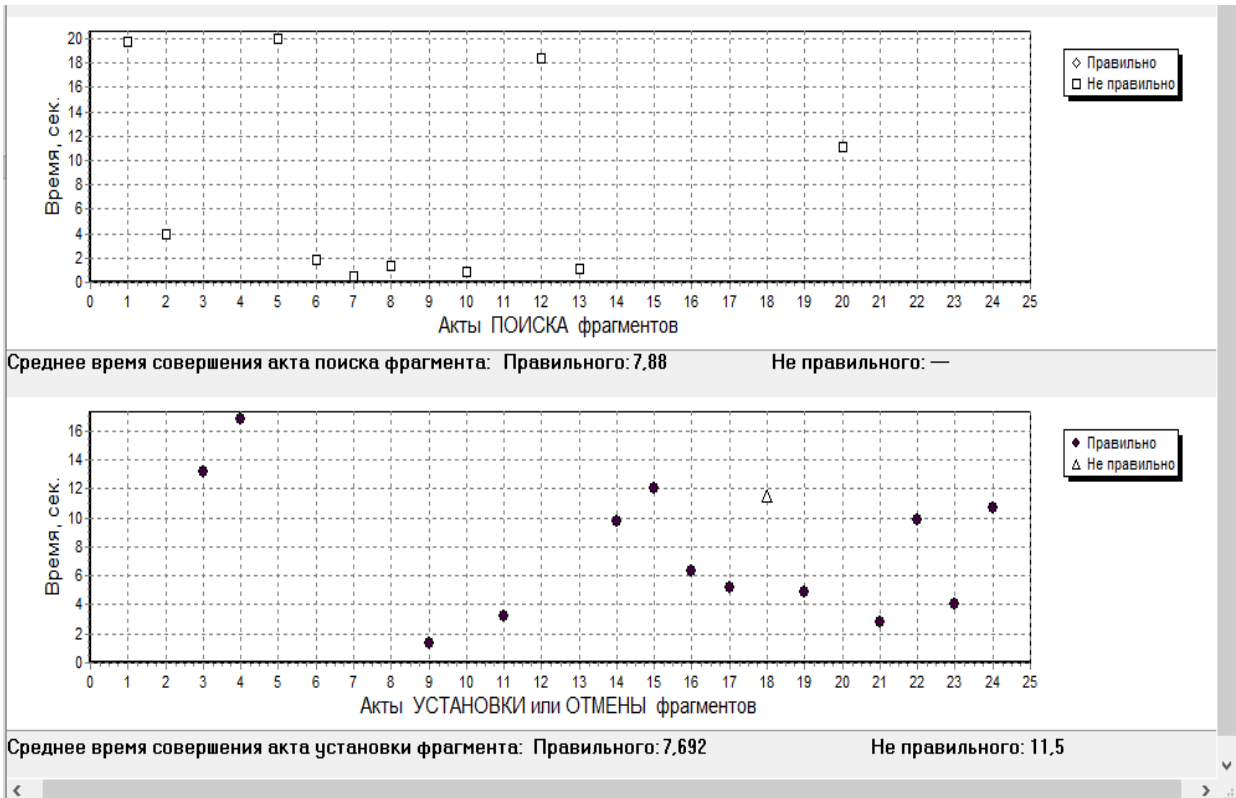


y+1	167	1	0,481	5	0	0	8(0)→роз 8
y+1	158	1	0,481	5	0	0	15(0)→роз 3
y+1	70	1	0,481	5	1	0	4(0)→роз 16
y+1	151	1	0,481	5	1	0	11(0)→роз 11
y+1	311	1	0,481	5	1	0	12(0)→роз 12
y+1	15	1	0,481	5	0	0	16(0)→роз 4
Enter	16	1	1	10	0	0	()→Следующее задание

Обозначения на диаграмме:

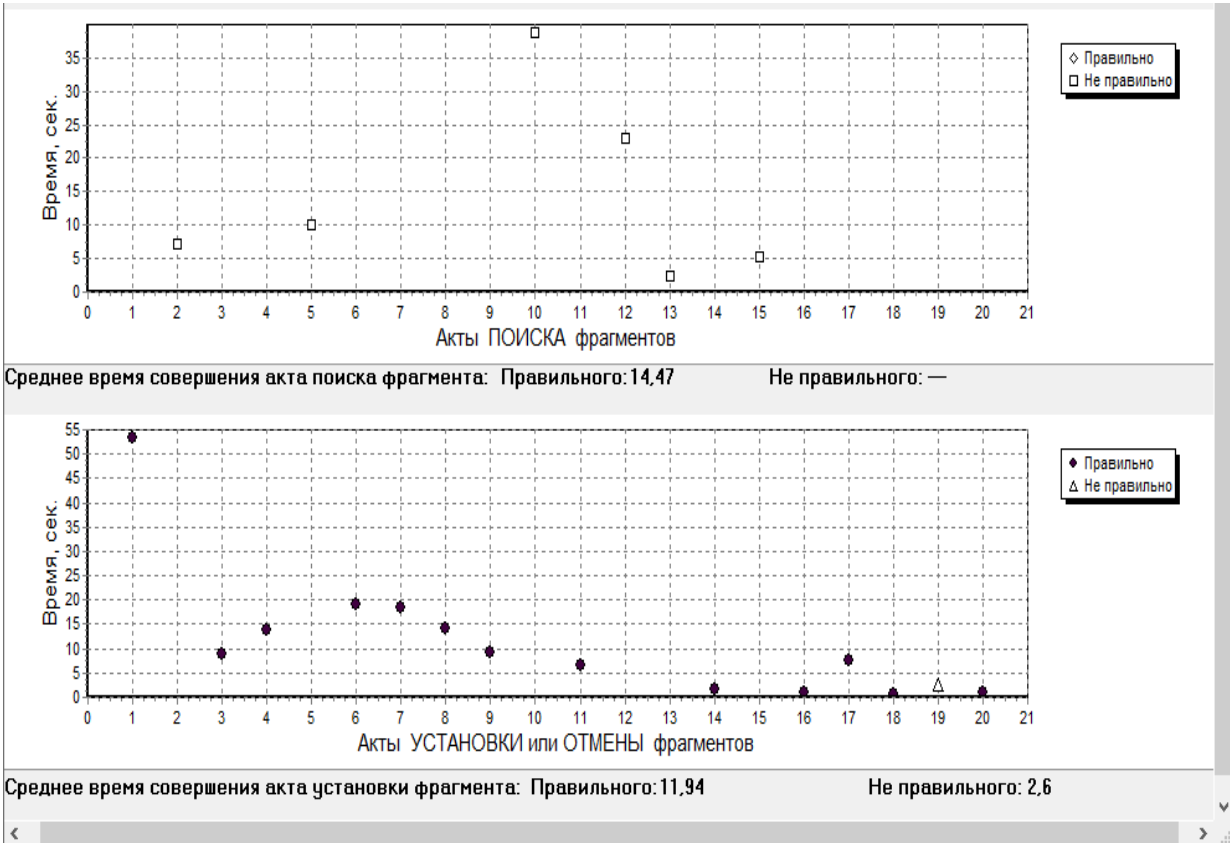
- 1 - Отмена установленного фрагмента
- 2 - Установка выбранного фрагмента
- 3 - Поиск фрагмента вперед
- 4 - Поиск фрагмента назад
- 5 - Сообщение о выполнении



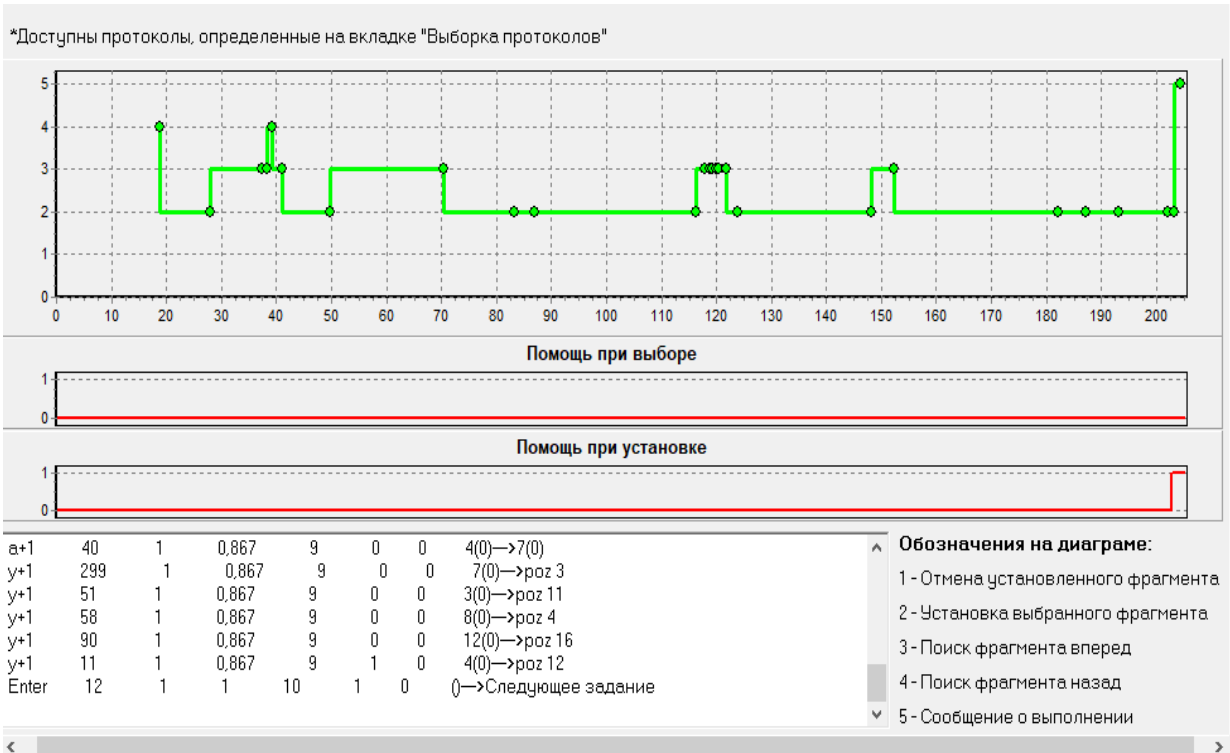


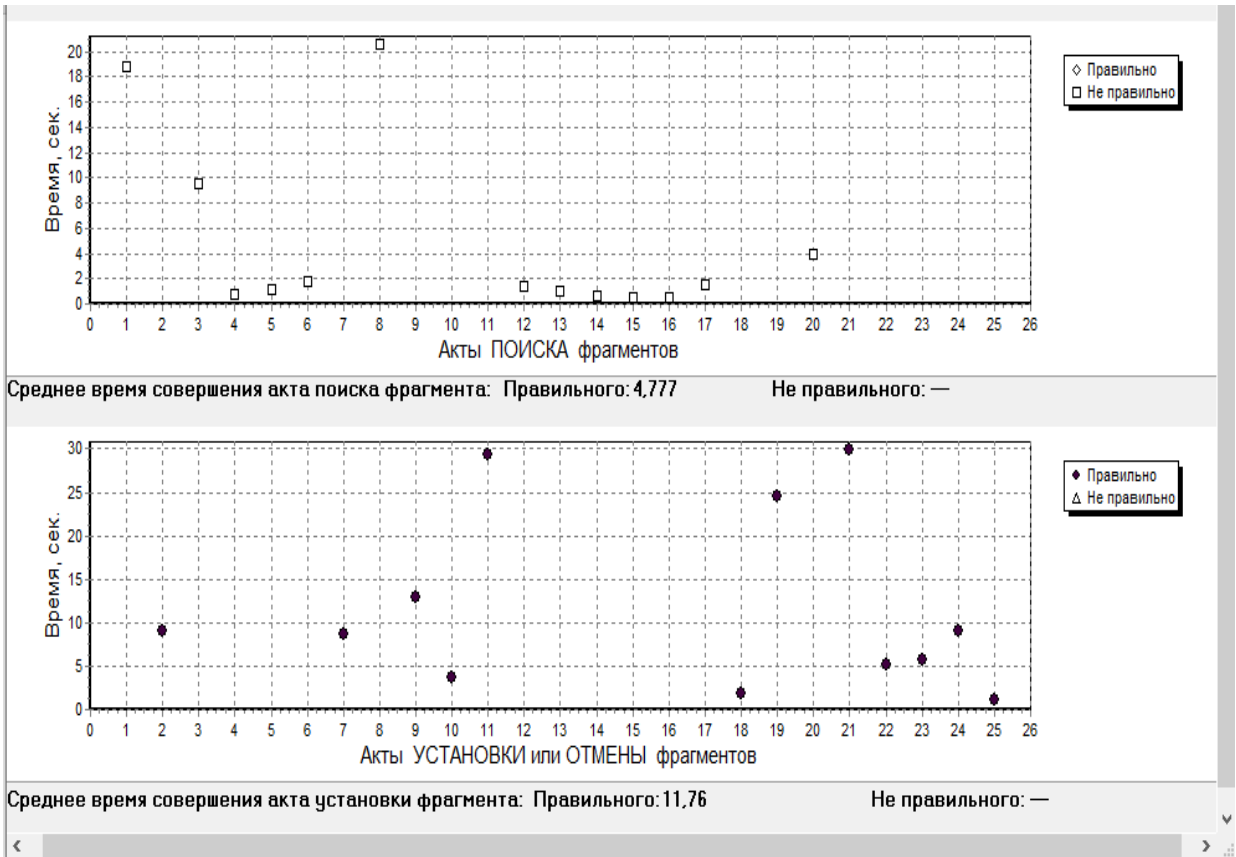
## Задание 5



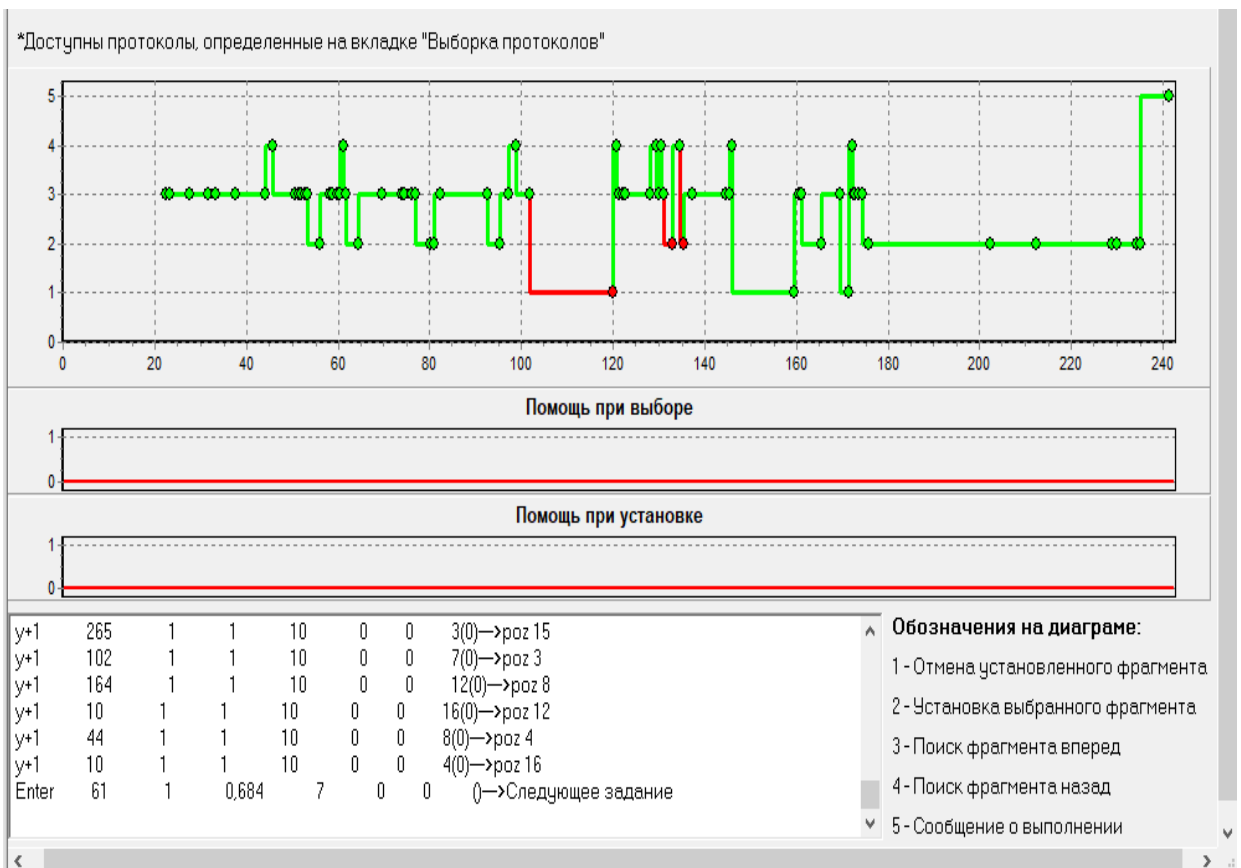


### Задание 6

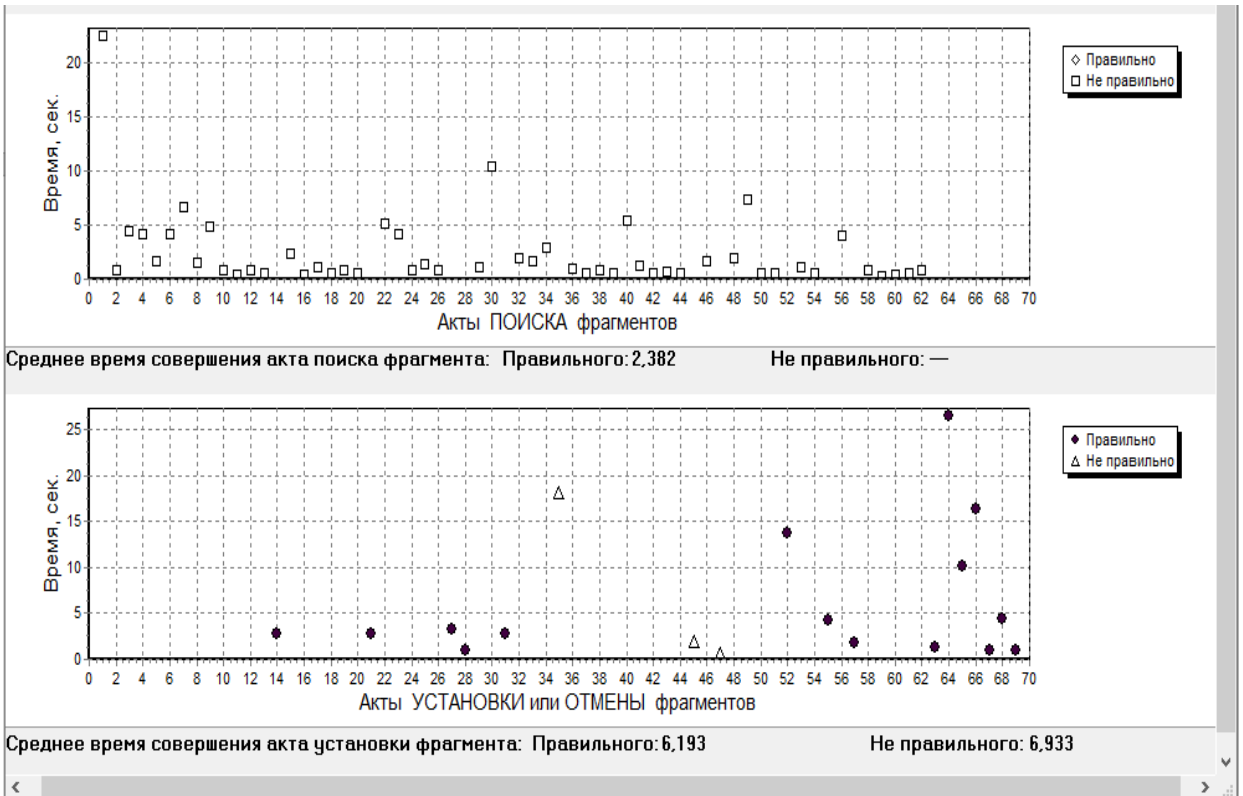




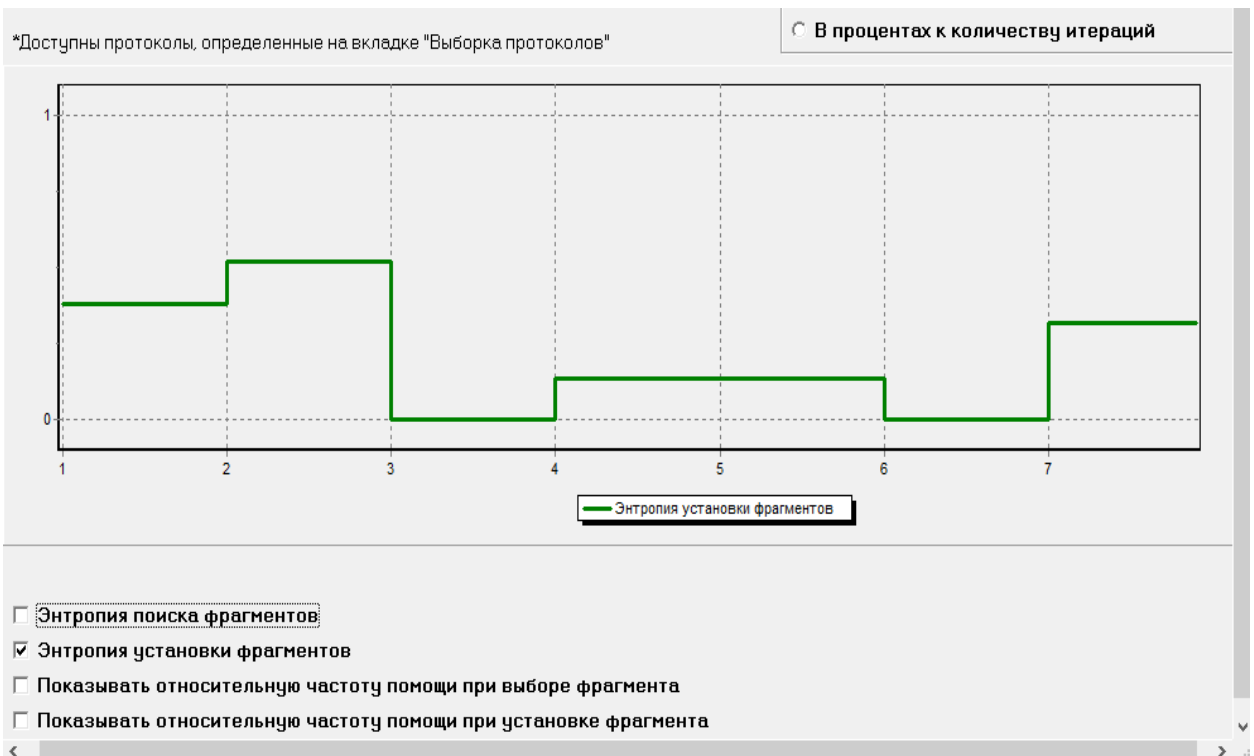
## Задание 7







### Энтропия установки фрагментов



## Приложение 2

### Данные для построения диаграмм рассеяния

#### Задание 1

ФИО	Кол-во действий	Время, с	Трудоемкость, N	ti/tcp	Ni/Ncp
1	19	95	5	0,202901753	1,106214915
2	72	175	2,430555556	0,373766387	0,537743361
3	83	850	10,24096386	1,815436736	2,265741392
4	153	900	5,882352941	1,922227132	1,301429312
5	246	310	1,260162602	0,662100457	0,278802133
6	35	265	7,571428571	0,5659891	1,675125442
7	100	940	9,4	2,007659449	2,07968404
8	96	470	4,895833333	1,003829725	1,083168771
9	117	350	2,991452991	0,747532774	0,661837983
10	198	410	2,070707071	0,875681249	0,458129409
11	112	655	5,848214286	1,398954191	1,293876374
12	37	108	2,918918919	0,230667256	0,645790329
13	66	73	1,106060606	0,155913978	0,244708148
14	143	900	6,293706294	1,922227132	1,392438354
15	71	430	6,056338028	0,918397408	1,339922291
16	76	630	8,289473684	1,345558992	1,833987885
17	154	625	4,058441558	1,334879953	0,897901717
18	65	107	1,646153846	0,228531448	0,364199987
19	152	405	2,664473684	0,865002209	0,589496106
20	253	590	2,33201581	1,260126676	0,515942134
21	56	300	5,357142857	0,640742377	1,185230266
22	145	620	4,275862069	1,324200913	0,946004479
23	66	440	6,666666667	0,939755487	1,47495322
24	42	97	2,30952381	0,207173369	0,510965937
25	33	56	1,696969697	0,119605244	0,375442638
26	96	970	10,10416667	2,071733687	2,235475974
27	94	365	3,882978723	0,779569892	0,859081796
28	156	260	1,666666667	0,55531006	0,368738305
29	104	750	7,211538462	1,601855943	1,595502281
30	268	740	2,76119403	1,580497864	0,610894804
31	140	520	3,714285714	1,110620121	0,821759651
32	136	325	2,389705882	0,694137575	0,528705658
33	87	610	7,011494253	1,302842834	1,551243904
34	86	340	3,953488372	0,726174694	0,874681561
35	107	420	3,925233645	0,897039328	0,8684304
36	115	320	2,782608696	0,683458536	0,615632648
37	50	400	8	0,85432317	1,769943864
38	73	620	8,493150685	1,324200913	1,879049992
39	144	500	3,472222222	1,067903962	0,768204802

40	102	430	4,215686275	0,918397408	0,932691007
41	52	200	3,846153846	0,427161585	0,85093455
42	55	145	2,636363636	0,309692149	0,583276955
43	218	970	4,449541284	2,071733687	0,984429787
44	86	390	4,534883721	0,832965091	1,003311202
45	80	195	2,4375	0,416482545	0,539279771
46	93	240	2,580645161	0,512593902	0,570949633
47	87	460	5,287356322	0,982471645	1,169790485
48	110	820	7,454545455	1,751362498	1,649265873
49	144	395	2,743055556	0,84364413	0,606881794
50	109	690	6,330275229	1,473707468	1,400528975
51	172	630	3,662790698	1,345558992	0,81036674
52	59	180	3,050847458	0,384445426	0,674978592
53	176	720	4,090909091	1,537781706	0,90508493
54	120	250	2,083333333	0,533951981	0,460922881
55	121	820	6,776859504	1,751362498	1,499332612
56	130	610	4,692307692	1,302842834	1,038140151
57	150	615	4,1	1,313521874	0,90709623
58	100	455	4,55	0,971792606	1,006655572
средние значения	110,5172414	468,2069	4,519917362		

## Задание 2

ФИО	Кол-во действий	Время, с		Трудоемкость,		Ni/Ncp
				N	ti/tcp	
1	36	92		2,555555556	0,248162962	0,696805499
2	91	290		3,186813187	0,782252814	0,868926112
3	77	560		7,272727273	1,510557157	1,983003792
4	54	200		3,703703704	0,539484699	1,009863042
5	360	360		1	0,971072458	0,272663021
6	57	465		8,157894737	1,254301925	2,224356227
7	64	260		4,0625	0,701330109	1,107693524
8	131	720		5,496183206	1,942144917	1,498605919
9	131	300		2,290076336	0,809227049	0,624419133
10	65	200		3,076923077	0,539484699	0,838963143
11	87	360		4,137931034	0,971072458	1,128260778
12	162	285		1,759259259	0,768765696	0,479684945
13	79	290		3,670886076	0,782252814	1,000914889
14	49	130		2,653061224	0,350665054	0,723391689
15	105	350		3,333333333	0,944098223	0,908876738
16	107	300		2,803738318	0,809227049	0,764475761

17	40	80	2	0,21579388	0,545326043
18	50	210	4,2	0,566458934	1,14518469
19	110	610	5,545454545	1,645428332	1,512040391
20	232	535	2,306034483	1,44312157	0,628770329
21	103	620	6,019417476	1,672402567	1,641272556
22	32	37	1,15625	0,099804669	0,315266618
23	177	238	1,344632768	0,641986792	0,366631633
24	181	460	2,541436464	1,240814808	0,692955745
25	66	225	3,409090909	0,606920286	0,929533027
26	185	530	2,864864865	1,429634453	0,78114271
27	40	83	2,075	0,22388615	0,565775769
28	31	61	1,967741935	0,164542833	0,536530461
29	31	145	4,677419355	0,391126407	1,275359294
30	129	438	3,395348837	1,181471491	0,925786073
31	167	740	4,431137725	1,996093387	1,2082074
32	64	260	4,0625	0,701330109	1,107693524
33	84	275	3,273809524	0,741791461	0,892646796
34	174	740	4,252873563	1,996093387	1,159601355
35	160	640	4	1,726351037	1,090652085
36	68	210	3,088235294	0,566458934	0,842047566
37	110	340	3,090909091	0,917123988	0,842776612
38	67	143	2,134328358	0,38573156	0,581952419
39	84	370	4,404761905	0,998046693	1,201015689
40	43	250	5,813953488	0,674355874	1,585250124
41	164	410	2,5	1,105943633	0,681657553
42	50	280	5,6	0,755278579	1,52691292
43	59	265	4,491525424	0,714817226	1,224672893
44	202	620	3,069306931	1,672402567	0,836886501
45	83	445	5,361445783	1,200353455	1,461868006
46	68	205	3,014705882	0,552971817	0,821998814
47	53	265	5	0,714817226	1,363315107
48	187	760	4,064171123	2,050041857	1,108149178
49	292	520	1,780821918	1,402660218	0,485564285
50	198	740	3,737373737	1,996093387	1,019043615
51	131	575	4,389312977	1,55101851	1,196803338
52	61	210	3,442622951	0,566458934	0,938675975
53	68	360	5,294117647	0,971072458	1,443510113
54	66	265	4,015151515	0,714817226	1,094783343
55	66	330	5	0,890149754	1,363315107
56	166	905	5,451807229	2,441168263	1,486506231
57	152	305	2,006578947	0,822714166	0,547119878
58	195	640	3,282051282	1,726351037	0,894894019
средние значения	109,3793103	370,72414	3,667530694		

### Задание 3

ФИО	Кол-во действий	Время, с	Трудоемкость, N	ti/tcp	Ni/Ncp	
	1	53	160	3,018867925	0,745446845	0,974001179
	2	20	140	7	0,652265989	2,258465235
	3	64	225	3,515625	1,048284625	1,134273834
	4	99	80	0,808080808	0,372723422	0,260717487
	5	52	150	2,884615385	0,698856417	0,930686223
	6	40	190	4,75	0,885218128	1,532529981
	7	49	120	2,448979592	0,559085133	0,790133361
	8	80	138	1,725	0,642947903	0,556550361
	9	164	265	1,615853659	1,234646336	0,521335616
	10	35	110	3,142857143	0,512494706	1,014004799
	11	56	185	3,303571429	0,861922914	1,065857317
	12	57	190	3,333333333	0,885218128	1,075459636
	13	82	305	3,719512195	1,421008047	1,200055569
	14	59	99	1,677966102	0,461245235	0,541375444
	15	47	208	4,425531915	0,969080898	1,427844282
	16	84	220	2,619047619	1,024989411	0,845003999
	17	79	150	1,898734177	0,698856417	0,61260359
	18	66	145	2,196969697	0,675561203	0,708825669
	19	23	66	2,869565217	0,307496823	0,925830469
	20	55	130	2,363636364	0,605675561	0,762598651
	21	54	100	1,851851852	0,465904278	0,597477575
	22	67	475	7,089552239	2,21304532	2,28735818
	23	70	260	3,714285714	1,211351122	1,198369308
	24	32	100	3,125	0,465904278	1,008243408
	25	30	54	1,8	0,25158831	0,580748203
	26	168	550	3,273809524	2,562473528	1,056254999
	27	104	400	3,846153846	1,863617111	1,240914964
	28	61	198	3,245901639	0,92249047	1,047250858
	29	77	290	3,766233766	1,351122406	1,215129718
	30	131	460	3,511450382	2,143159678	1,132926944
	31	61	270	4,426229508	1,25794155	1,428069352
	32	54	120	2,222222222	0,559085133	0,71697309
	33	47	180	3,829787234	0,8386277	1,235634475
	34	86	180	2,093023256	0,8386277	0,675288608
	35	51	125	2,450980392	0,582380347	0,790779144
	36	44	255	5,795454545	1,188055909	1,86983323
	37	68	180	2,647058824	0,8386277	0,854041475
	38	80	150	1,875	0,698856417	0,604946045
	39	51	270	5,294117647	1,25794155	1,708082951
	40	123	110	0,894308943	0,512494706	0,288537951
	41	45	120	2,666666667	0,559085133	0,860367708
	42	94	290	3,085106383	1,351122406	0,995372216
	43	271	520	1,918819188	2,422702245	0,619083775
	44	51	282	5,529411765	1,313850064	1,783997748
	45	53	115	2,169811321	0,53578992	0,700063348

46	96	265	2,760416667	1,234646336	0,890615011
47	75	260	3,466666667	1,211351122	1,118478021
48	420	490	1,166666667	2,282930961	0,376410872
49	40	115	2,875	0,53578992	0,927583936
50	37	100	2,702702703	0,465904278	0,871994299
51	102	545	5,343137255	2,539178314	1,723898534
52	102	310	3,039215686	1,444303261	0,980566138
53	60	120	2	0,559085133	0,645275781
54	70	90	1,285714286	0,41931385	0,414820145
55	41	180	4,390243902	0,8386277	1,416459032
Средние значения	77,81818182	214,63636	3,099449968		