



Петров Сергей Валерьевич

---

Автоматизированная система контроля уровня  
знаний  
в системе  
дистанционного образования

Магистерская диссертация  
по специальности 05.13.11

„Математическое и программное обеспечение вычислительных  
машин, систем, комплексов и сетей“

Научный руководитель  
зав.кафедрой ИВТ ГрГУ  
доцент, к.т.н. Кадан А.М.

# Актуальность темы определяется

---

- 1) Интенсивным характером развития систем дистанционного образования
- 2) Необходимостью создания и внедрения объективных количественных методик оценок качества знаний и качества учебного процесса.
- 3) Необходимостью достижения экономической эффективности учебного процесса путем автоматизации контроля уровня знаний в ДО.
- 4) Ролью технологий ДО в освобождения преподавателя от рутинной работы



# Объект исследования

---

системы дистанционного образования

# Предмет исследования

алгоритмы, методы и средства организации контроля знаний в системах дистанционного образования

# Связь работы с научными программами и темами

---

Научно-исследовательские темы кафедры информатики и вычислительной техники ГрГУ:

СУ4-03 „Разработка и внедрение новых информационных технологий в деятельность университета“

Ф04/3 „Развитие информационной структуры математического факультета на основе компьютерных сетей“

# Гипотеза исследования

---

Учет **полной информации**, содержащейся в ответах испытуемого, использование методов **многомерного статистического анализа** и **компьютерных средств** обработки данных

позволит получить **комплексную объективную оценку** уровня знаний



# Цель исследования

---

Разработка инструментальной системы,  
предназначенной для определения  
количественной оценки  
комплексной структуры знаний

# Задачи исследования

---

- 1) Разработка алгоритма работы системы
- 2) Обоснование используемых математических методов
- 3) Разработка модулей, реализующих основные блоки алгоритма:
  - анализа качества содержания компьютерного теста;
  - автоматического анализа результатов тестирования;
  - адаптивного теста, минимизирующего стоимость контроля знаний.
  - оценки достоверности результата тестирования и оценки устойчивости процедуры тестирования
- 4) Интеграция компонент системы с существующим ПО ДО
- 5) Проведение эксперимента по внедрению системы в учебный

# Научная новизна и практическая значимость

---

В применении методик многомерного статистического анализа в области построения алгоритмов автоматического контроля качества образовательного процесса и оценки результатов тестирования уровня знаний

В комплексном подходе к тестированию знаний, реализованном в рамках данного исследования, который позволяет повысить возможности компьютерного тестирования знаний до уровня традиционного устного экзамена



# Основные положения работы, выносимые на защиту

---

**1** Возможна эффективная автоматизация методов определения достоверных качественных и количественных оценок результатов тестирования уровня знаний, основывающихся на многомерном статистическом анализе.

# Основные положения работы, выносимые на защиту

---

**2** Автоматизация является адекватным средством, позволяющим сделать объективным этап построения шкалы оценок компонентов теста при его создании

# Основные положения работы, выносимые на защиту

---

**3** Комплексный подход к процессу создания, применения и оценке достоверности контроля знаний позволяет создать условия для переноса центра тяжести учебного процесса на самостоятельную контролируемую работу учащихся

# Основные положения работы, выносимые на защиту

---

4 Процедуры оценки, основывающиеся на многомерном статистическом анализе, обладают естественно присущими свойствами, позволяющими организовать адаптивную процедуру тестирования знаний



# Апробация результатов и публикации

---

Результаты, полученные в ходе данного исследования применялись для оценки этапного контроля знаний студентов ГрГУ и неоднократно докладывались на заседаниях Советов математического факультета и факультета физической культуры.

По теме исследования опубликовано 6 работ.

## Основная идея предлагаемого метода

---

Все имеющиеся способы оценки результатов тестирования ограничиваются использованием лишь **части** собираемой в ходе тестирования информации.

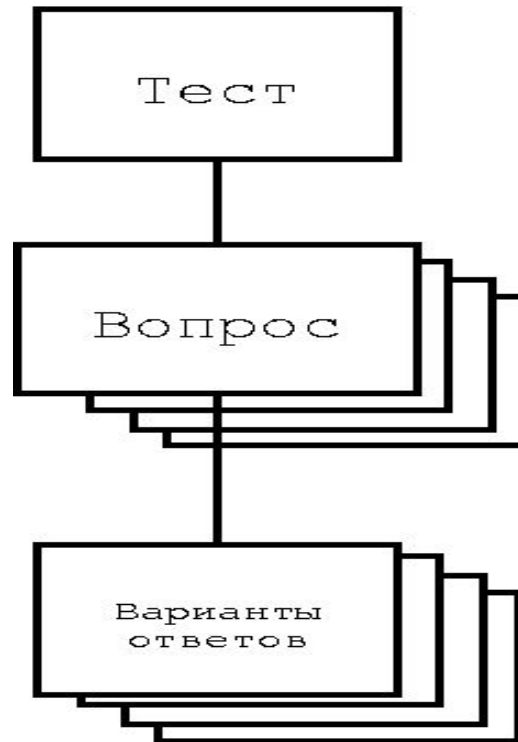
В оценке результатов **не используется** анализ зависимостей между вариантами ответов разных вопросов теста.

С помощью предлагаемого подхода можно **увеличить количество информации** на основании которой вычисляется оценка в десятки раз.

## Входные данные для анализа

---

а) компьютерные тесты, организованные по схеме:



б) результаты контрольной группы проверенные традиционным методом контроля знаний

в) результаты предъявления вопросов теста испытуемому



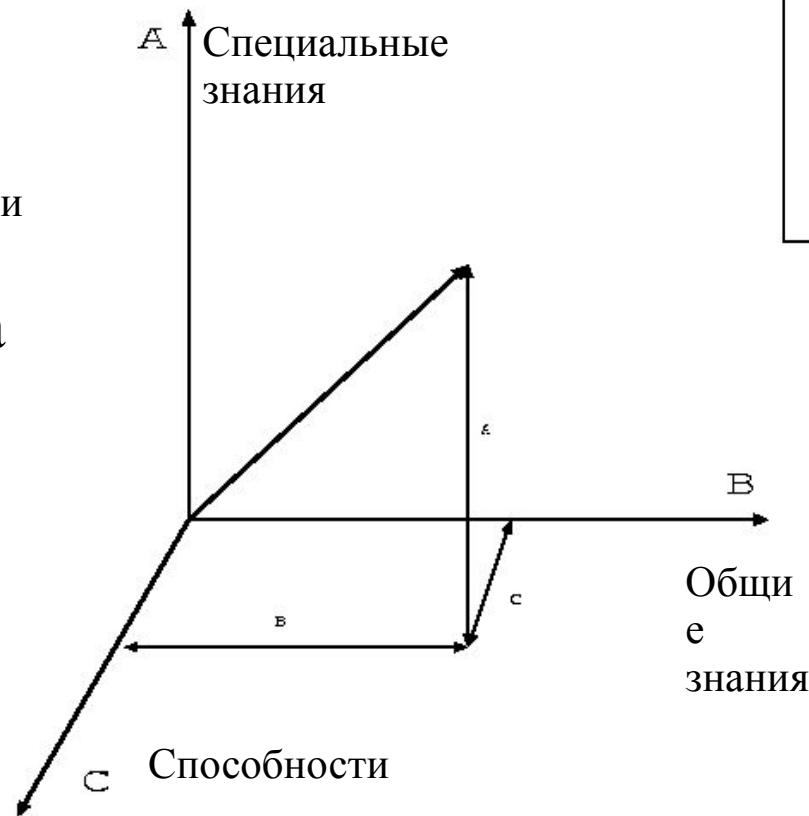
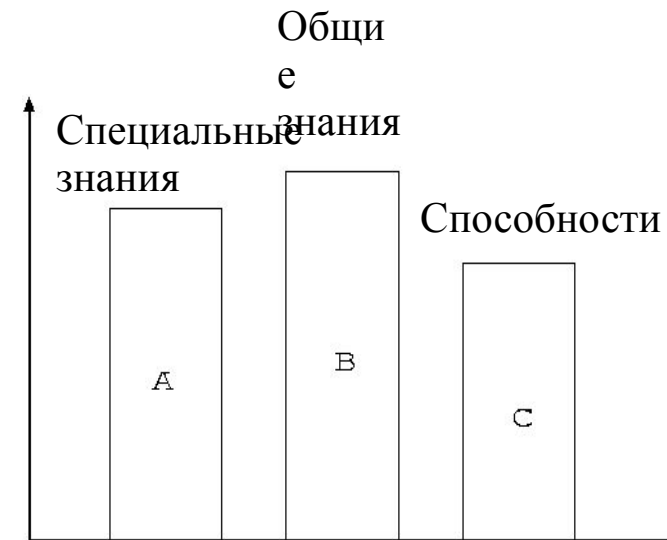
## Выходная информация

---

Объективная количественная оценка  
различных составляющих знаний  
испытуемого



# Структура оценки знаний испытуемых



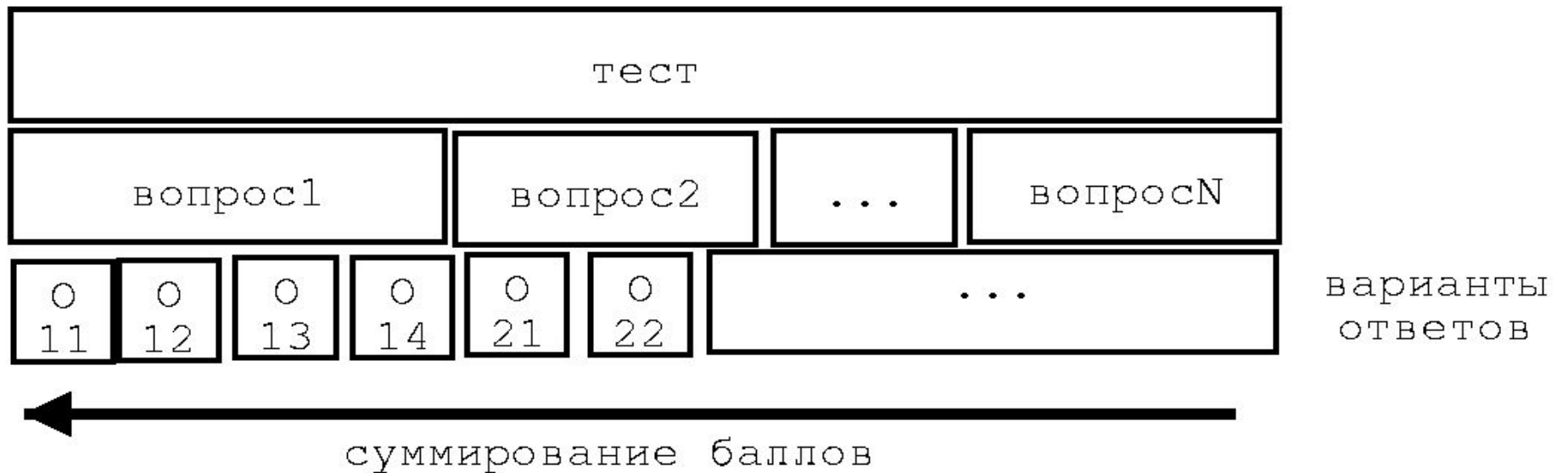
1) традиционная оценка

2) желаемая оценка

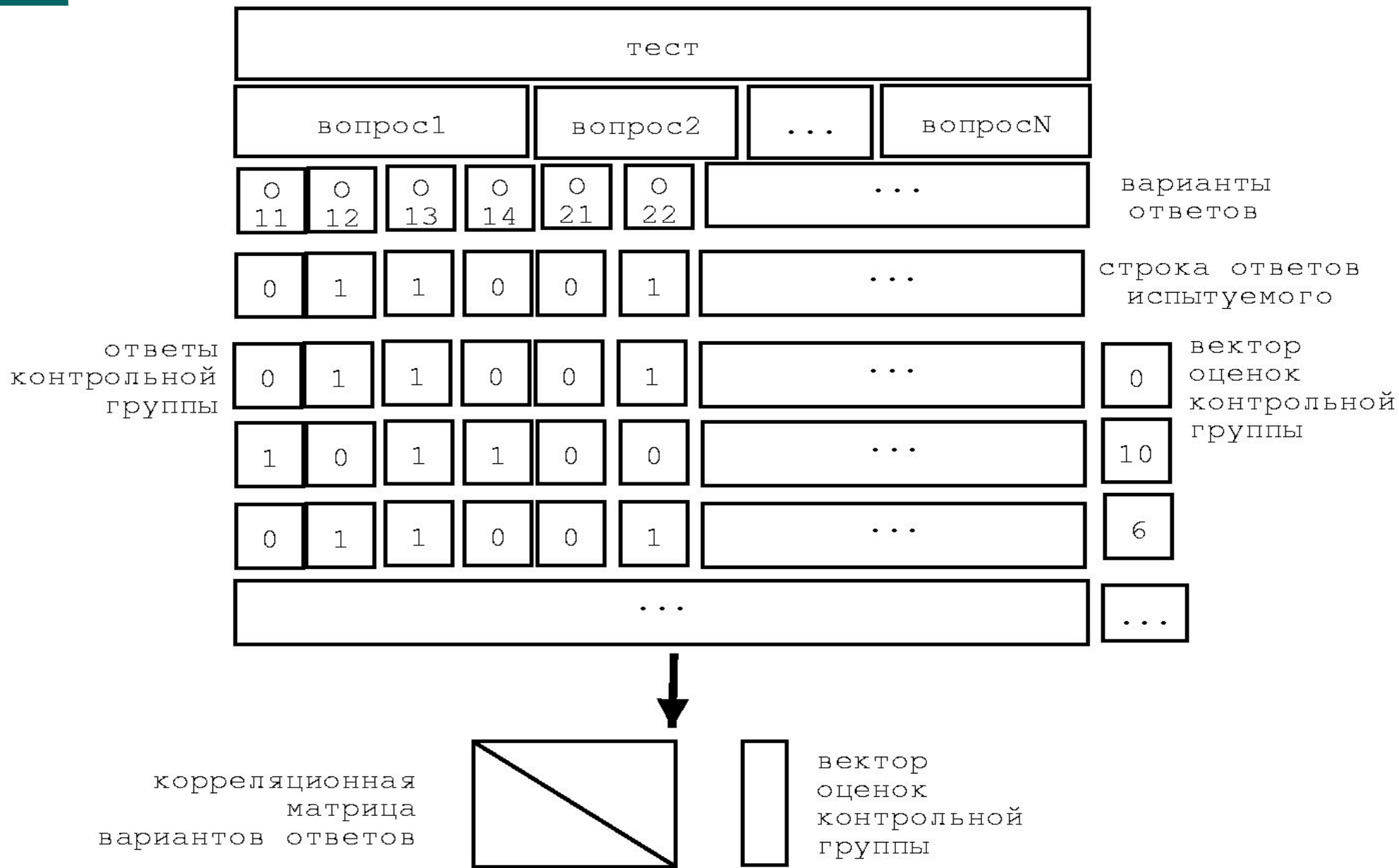
3) в интерпретации многомерного статистического анализа

# Традиционный метод получения оценки

---



# Предлагаемый метод получения оценки



# Источник дополнительной информации

---



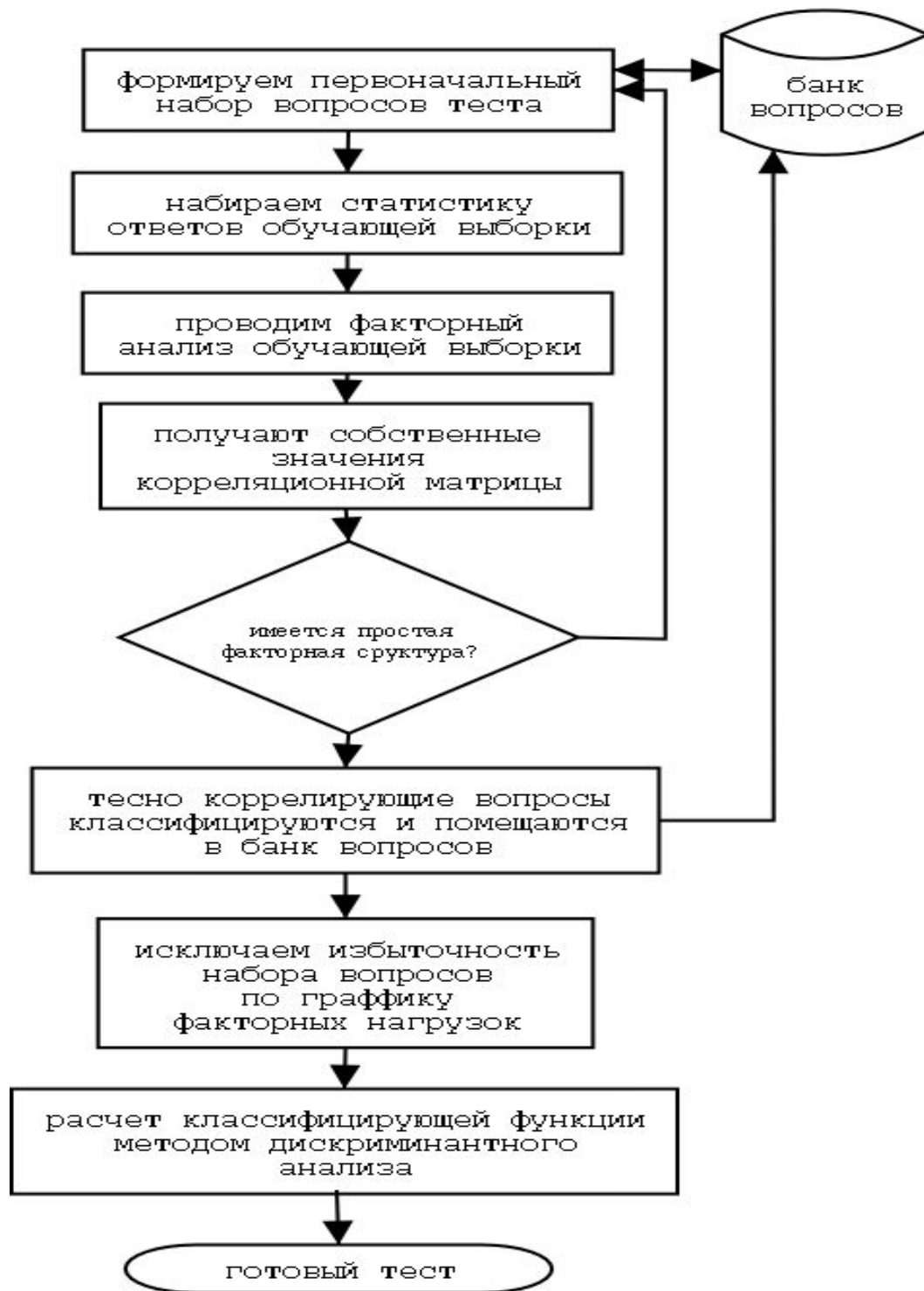
Ответы разных вопросов теста коррелируют между собой, если вопросы относятся к одной компоненте знаний



# Аспекты реализации предлагаемого подхода

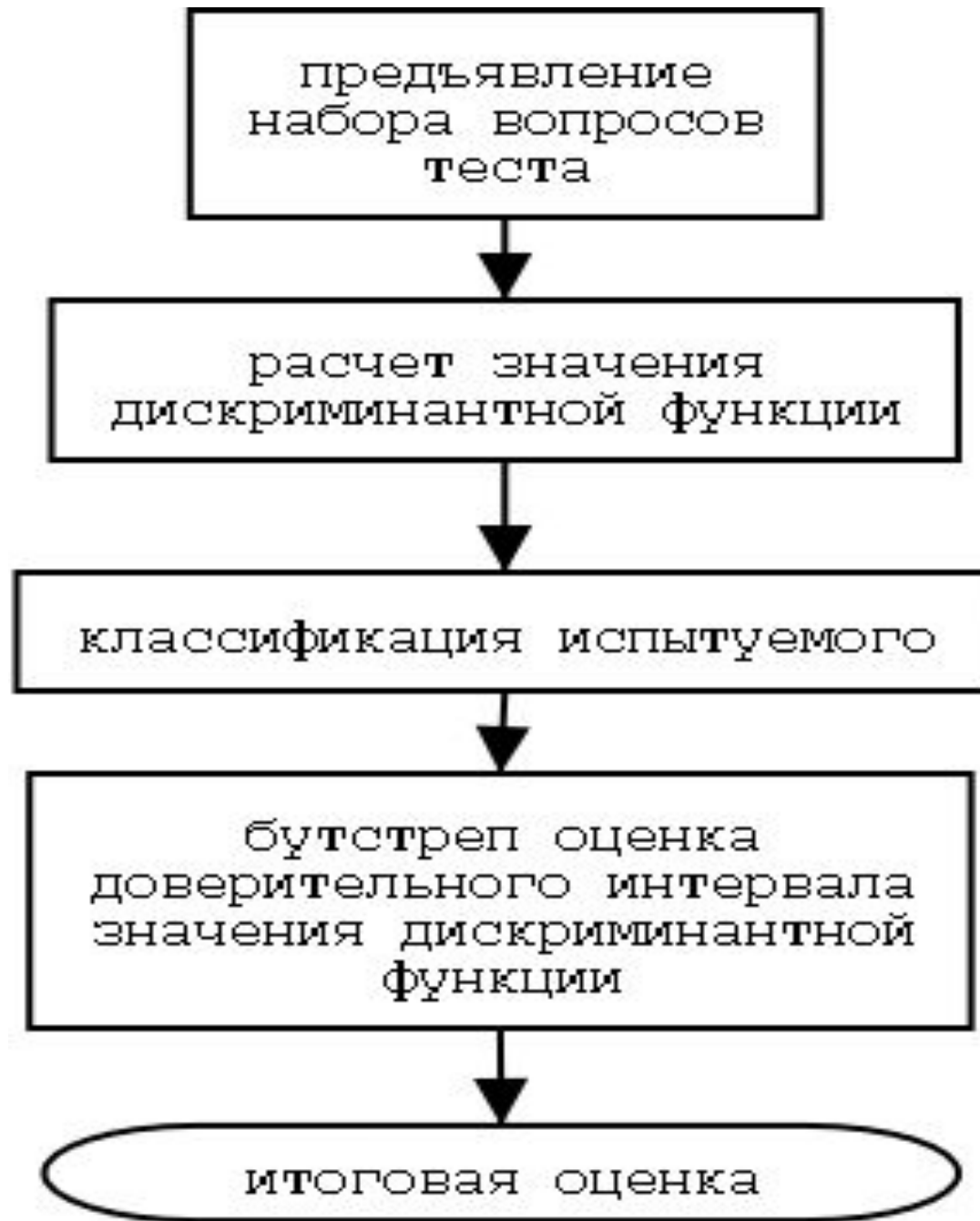
---

Вашему вниманию предлагается несколько алгоритмов оценки уровня знаний использующих методы многомерного статистического анализа для учета результатов анализа зависимостей между вариантами ответов в тесте



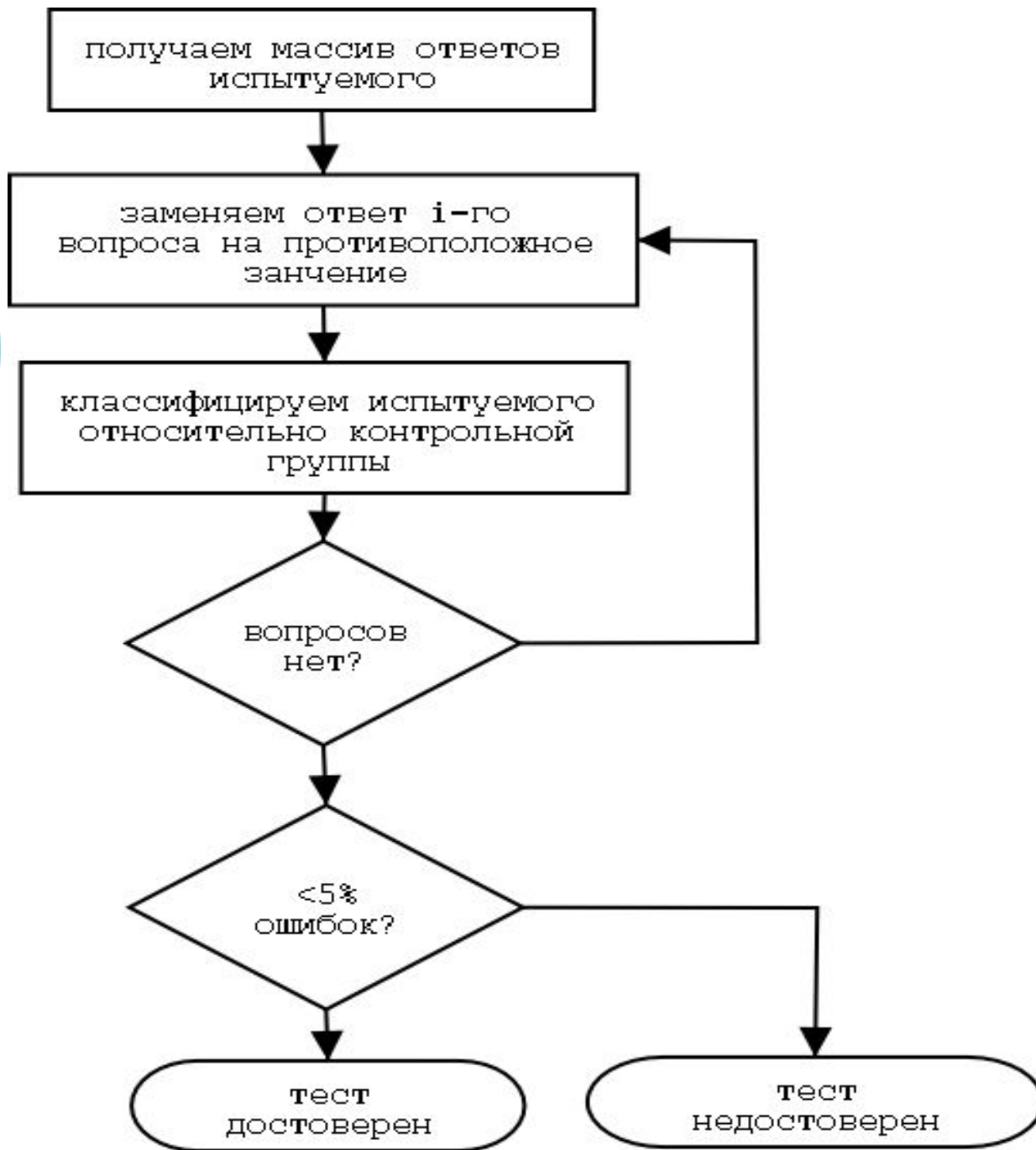
---

## Алгоритм объективного формирования теста



---

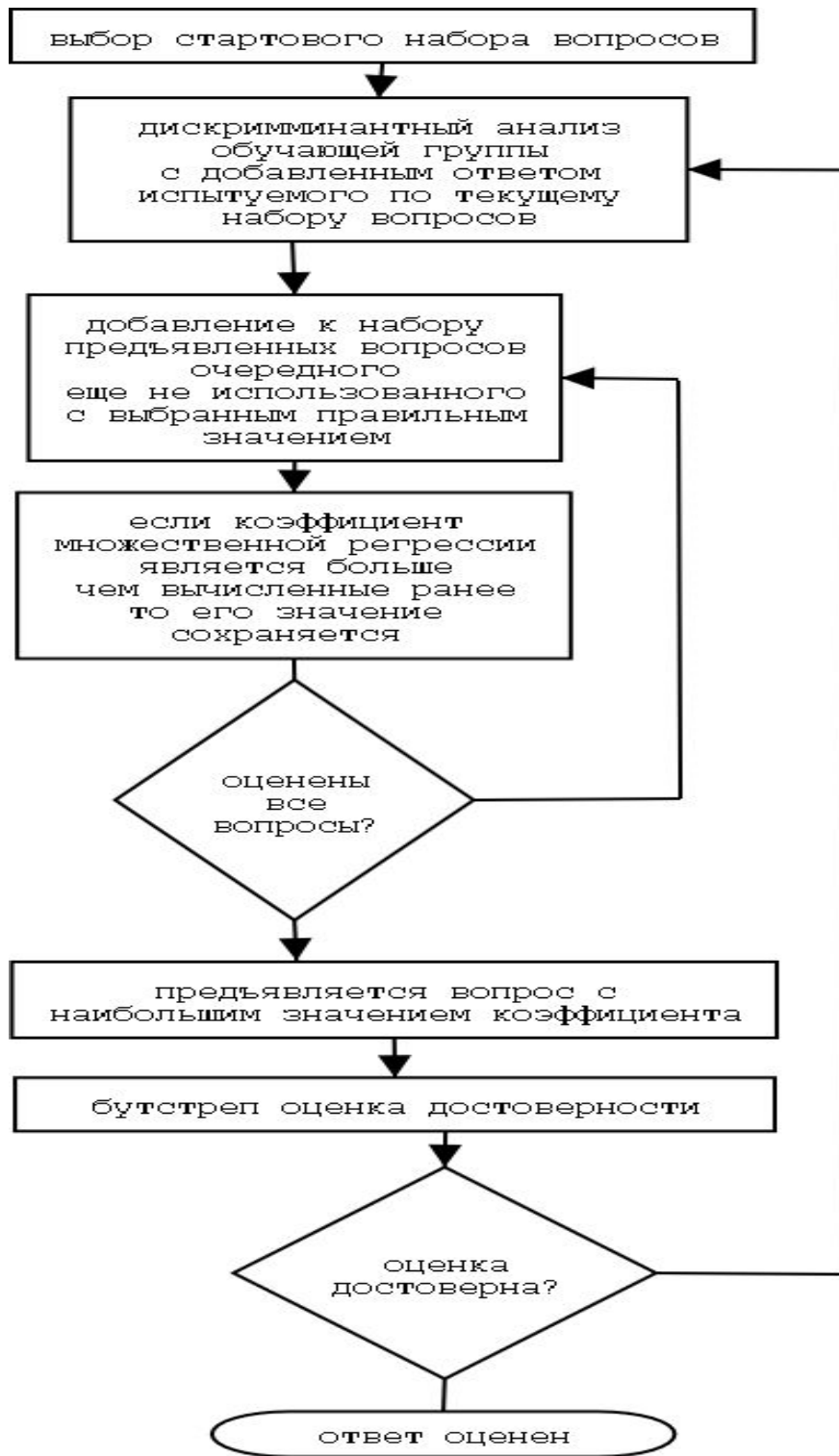
Алгоритм  
оценки ответа  
испытуемого



---

## Алгоритм определения устойчивости оценки знаний





## Алгоритм адаптивного контроля знаний

# Реализация предложенных алгоритмов

---

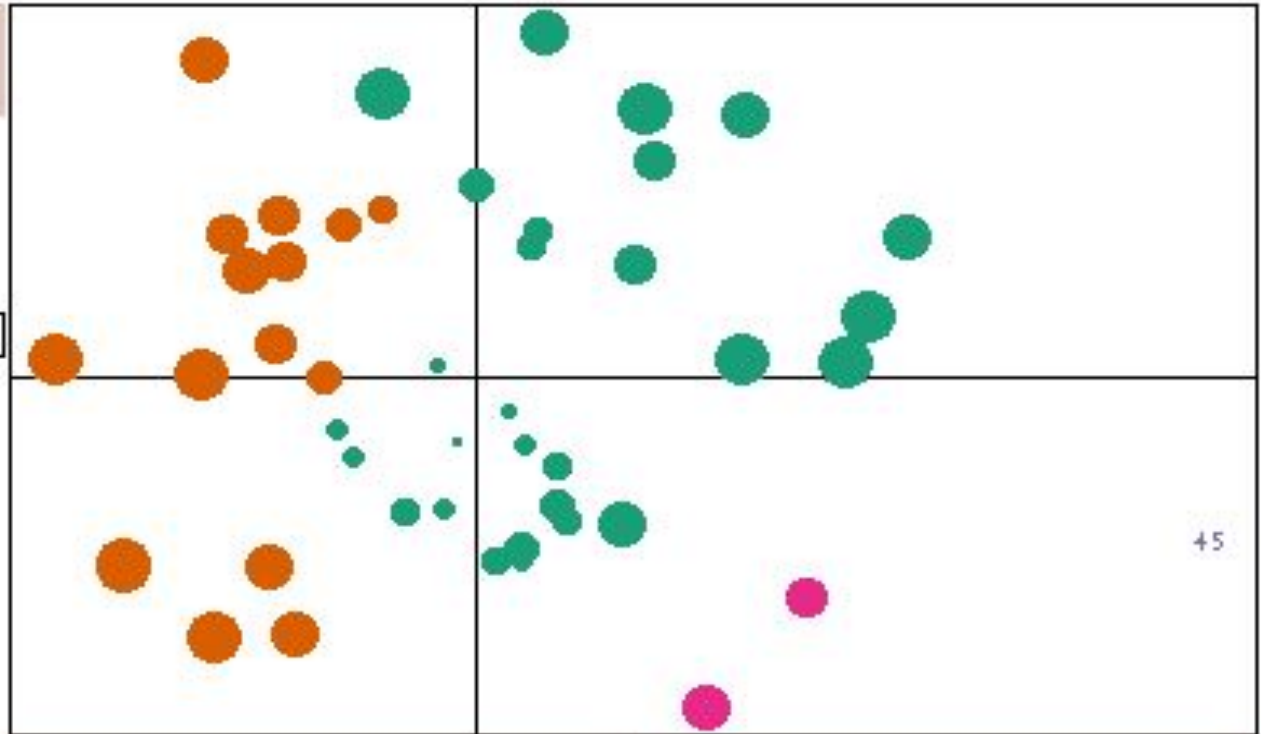
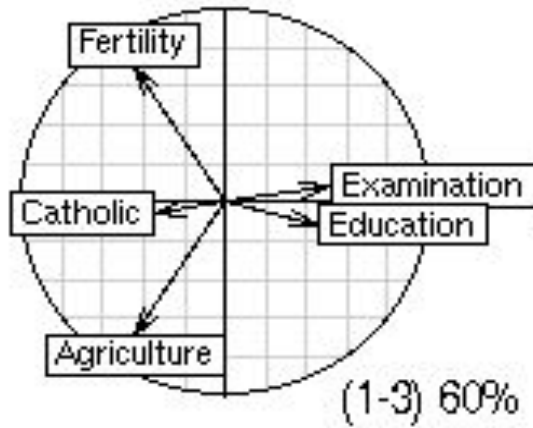
Методики оценки качества тестов и ответов испытуемых реализованы в программной среде **R**

Решены вопросы интеграции с существующим программным обеспечением поддержки учебного процесса

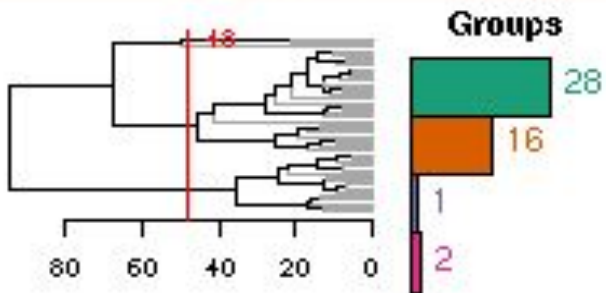
# APL->S->R

PCA 5 vars

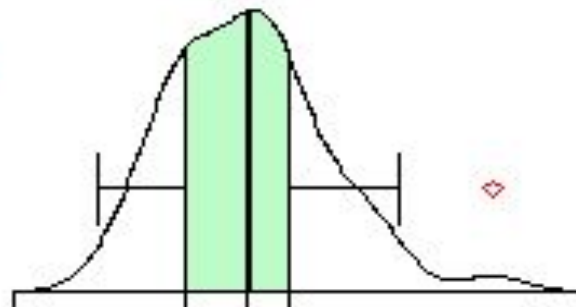
```
princomp(x = data, cor = cor)
```



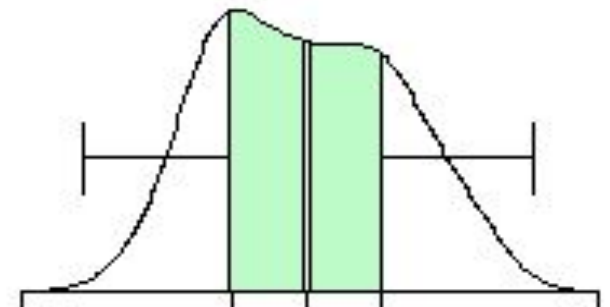
Clustering 4 groups



Factor 1 [41%]



Factor 3 [19%]



# Пример реализации метода принципиальных компонент на языке R

---

```
prcomp <- function(x, retx=TRUE, center=TRUE, scale.=FALSE,
  tol = NULL) {
  x <- as.matrix(x)
  x <- scale(x, center = center, scale = scale.)
  s <- svd(x, nu = 0)
  if (!is.null(tol)) {
    rank <- sum(s$d > (s$d[1]*tol))
    if (rank < ncol(x))
      s$v <- s$v[, 1:rank, drop = FALSE] }
  s$d <- s$d / sqrt(max(1, nrow(x) - 1))
  dimnames(s$v) <-
    list(colnames(x), paste("PC", seq(len = ncol(s$v)), sep = ""))
  r <- list(sdev = s$d, rotation = s$v)
  if (retx) r$x <- x %*% s$v
  class(r) <- "prcomp"
  r }
```

# Причины использования RDBMS

---

- быстрый доступ к выбранной части большой базы данных
- сохранение данных более структурировано, чем предоставляет возможности прямоугольной модели таблицы фрейма данных R
- конкурентный доступ множества клиентов, в том числе работающих удаленно, одновременно с разграничением прав доступа к обрабатываемым данным

# Методы интеграции с существующим программным обеспечением ДО

---

→ Чтение из сокета

→ Использование вызова `download.file`

→ Интерфейс DCOM

→ Интерфейс CORBA

# Пример обращения к данным в среде R с помощью вызова интерфейса CORBA

---

Описание IDL

```
Interface Matrix {  
  long nrow();  
  long ncol();  
  double data (in long i, in long);  
};
```

Инициализация BOA на порту 2001

```
CORBAinit(c("-OApport","2001",commandArgs()))
```

Обращение к объекту из среды R:

```
> .Corba("mat","nrow")  
[1] 3  
> .Corba("mat","ncol")  
[1] 4
```

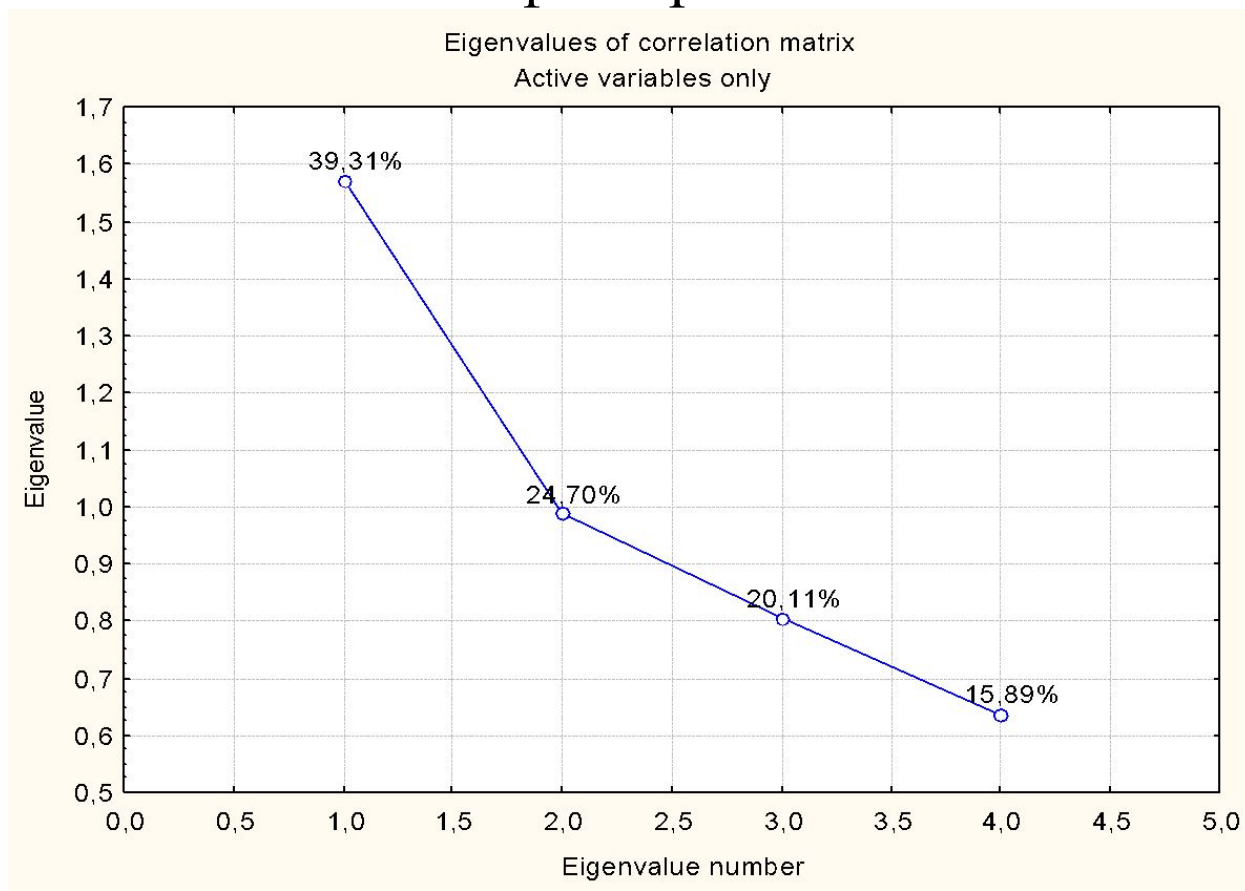
# Результаты экспериментов

---

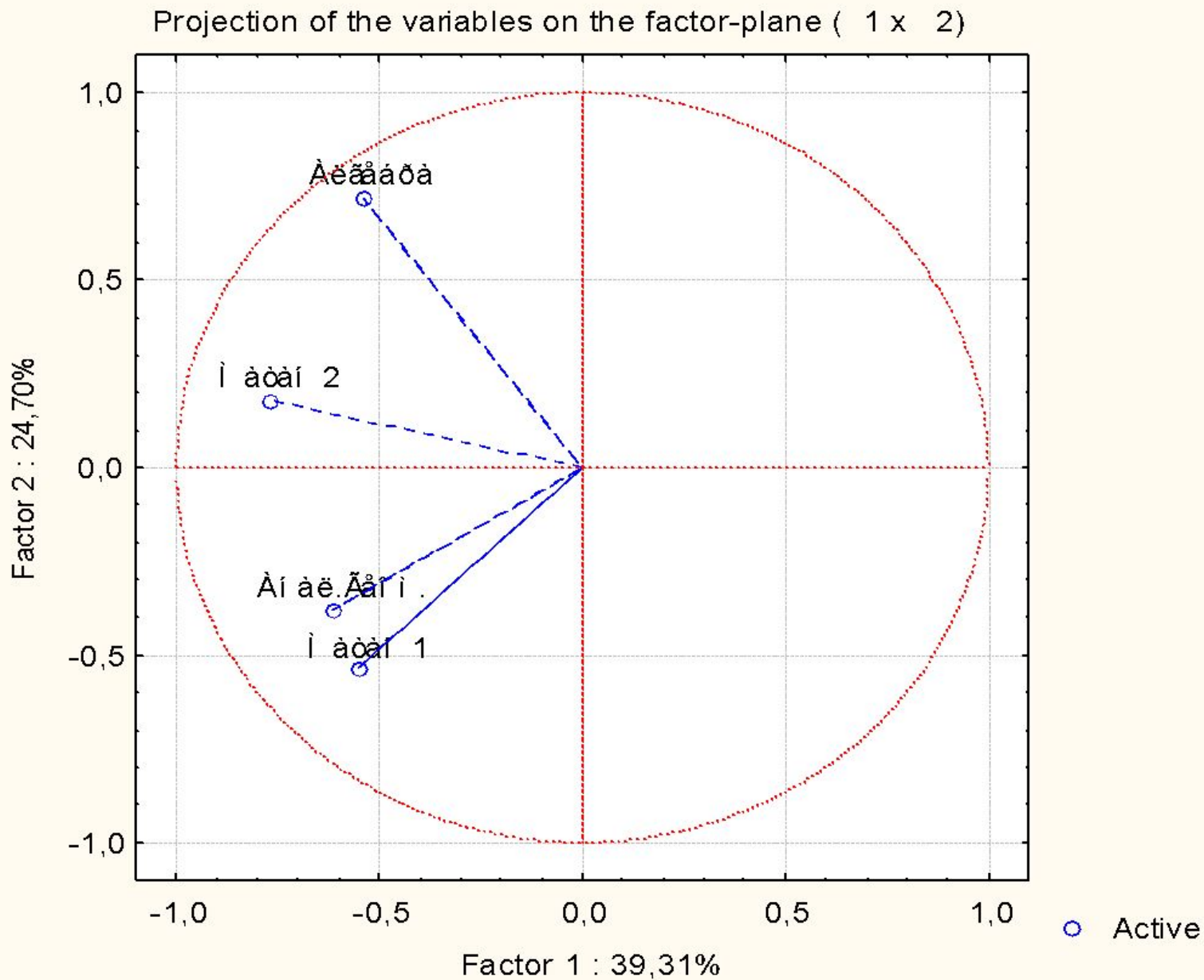
Анализ результатов контрольного  
среза знаний на 2-ом курсе  
математического факультета ГрГУ.



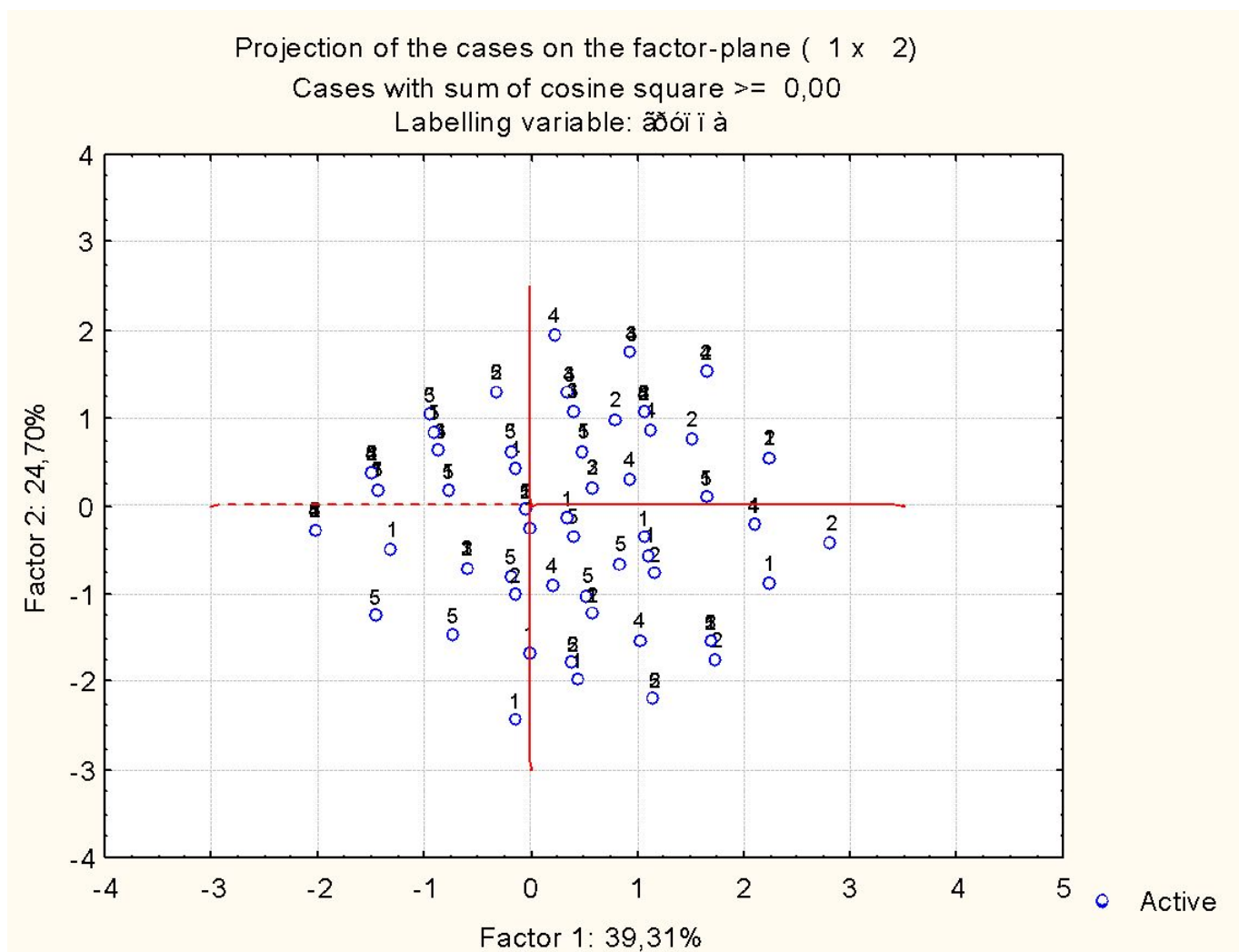
Первые два выделенные ортогональные фактора содержат 64% всей наблюдаемой дисперсии. Целесообразно проводить анализ используя пространство двух первых выделенных независимых факторов.



В пространстве первых двух факторов нагрузки наблюдаемых переменных распределились:

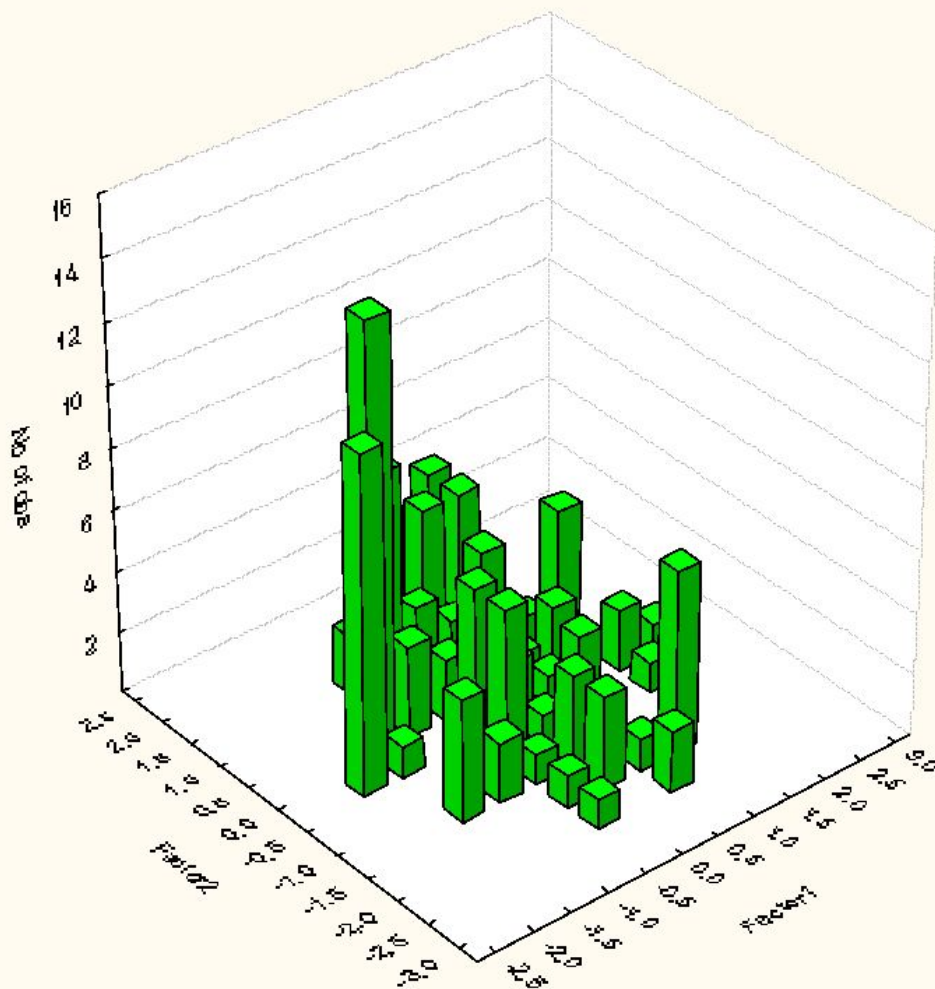


В пространстве значений факторов вычисленных для каждого из сдававших тест наблюдается весь диапазон возможных значений ответов (хотя и не все сочетания за каждой из точек может стоять несколько студентов получивших одинаковый комплект оценок). Существует одна максимальная оценка и одна минимальная оценка, две противоположные вершины ромба.



Была построена двумерная гистограмма которая отражает особенности ответов на вопросы теста во всей группе второкурсников сдававших тест и особенности групп.

Bivariate Histogram (Spreadsheet3 12v\*126c)



Наибольшая доля низких оценок во второй группе. Первая группа середнячки.

Первая вторая и пятая группа демонстрирует широкий разброс в направлении «Алгебра -- Геометрия». Пятая группа демонстрирует в целом повышенный уровень знаний.

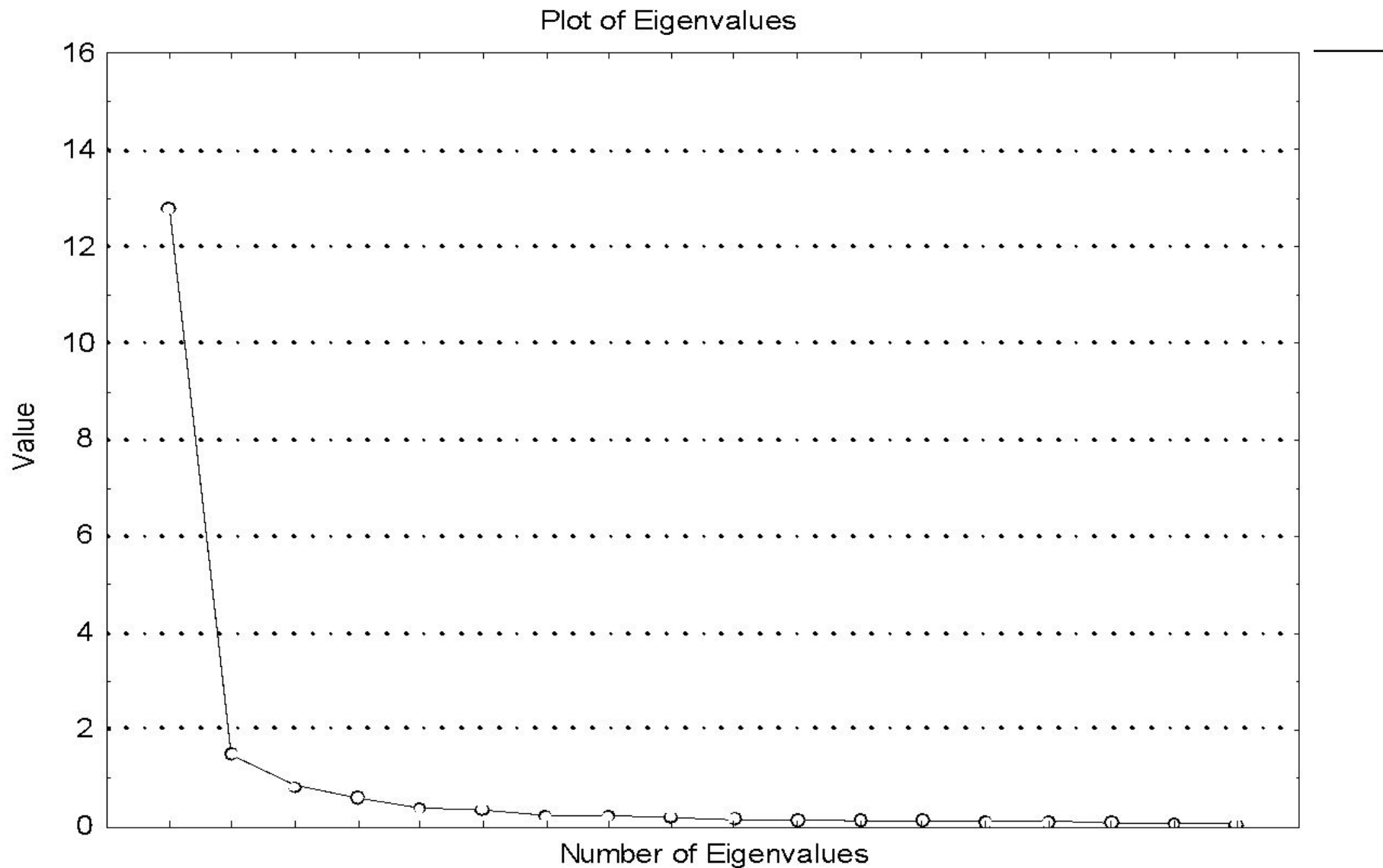
Третья группа резко «алгебраизирована» и демонстрирует в целом высокий уровень оценок. В меньшей степени выражена «алгебраизация» в четвертой группе, оценки средние.

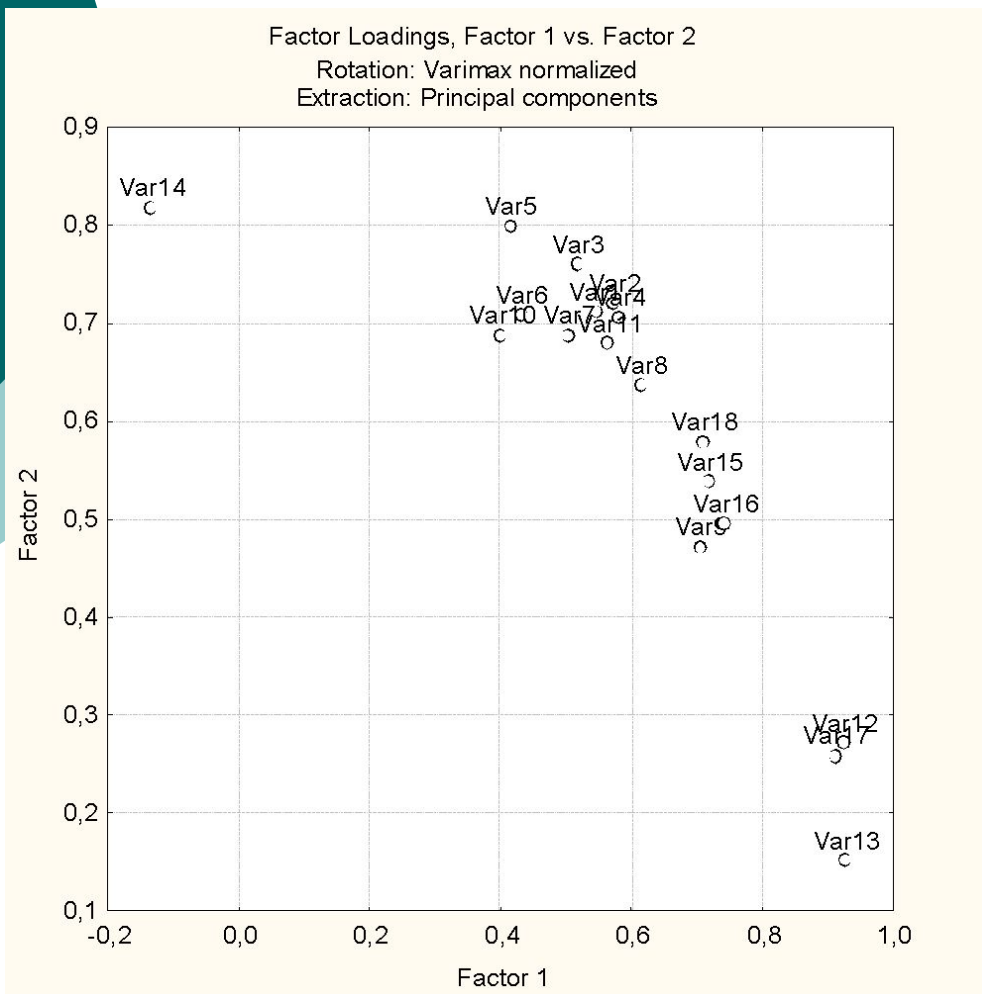


---

# Анализ результатов контроля качества учебного процесса.

- Анкета состояла из 18 первичных оценок. Вид функциональной зависимости доли дисперсии выделенного первичного фактора от его порядкового номера четко свидетельствует о наличии простой факторной структуры с числом первичных факторов равным двум.

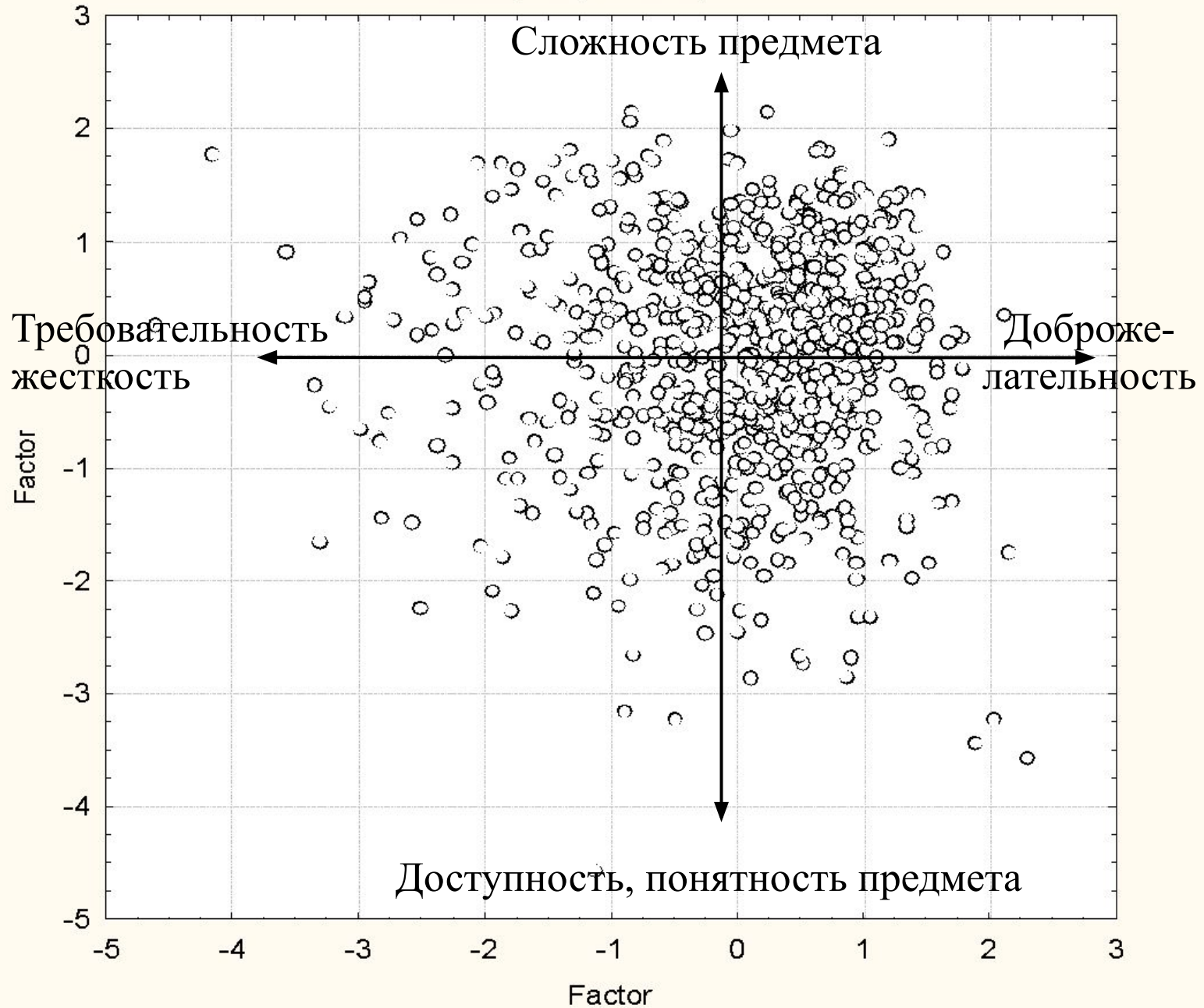




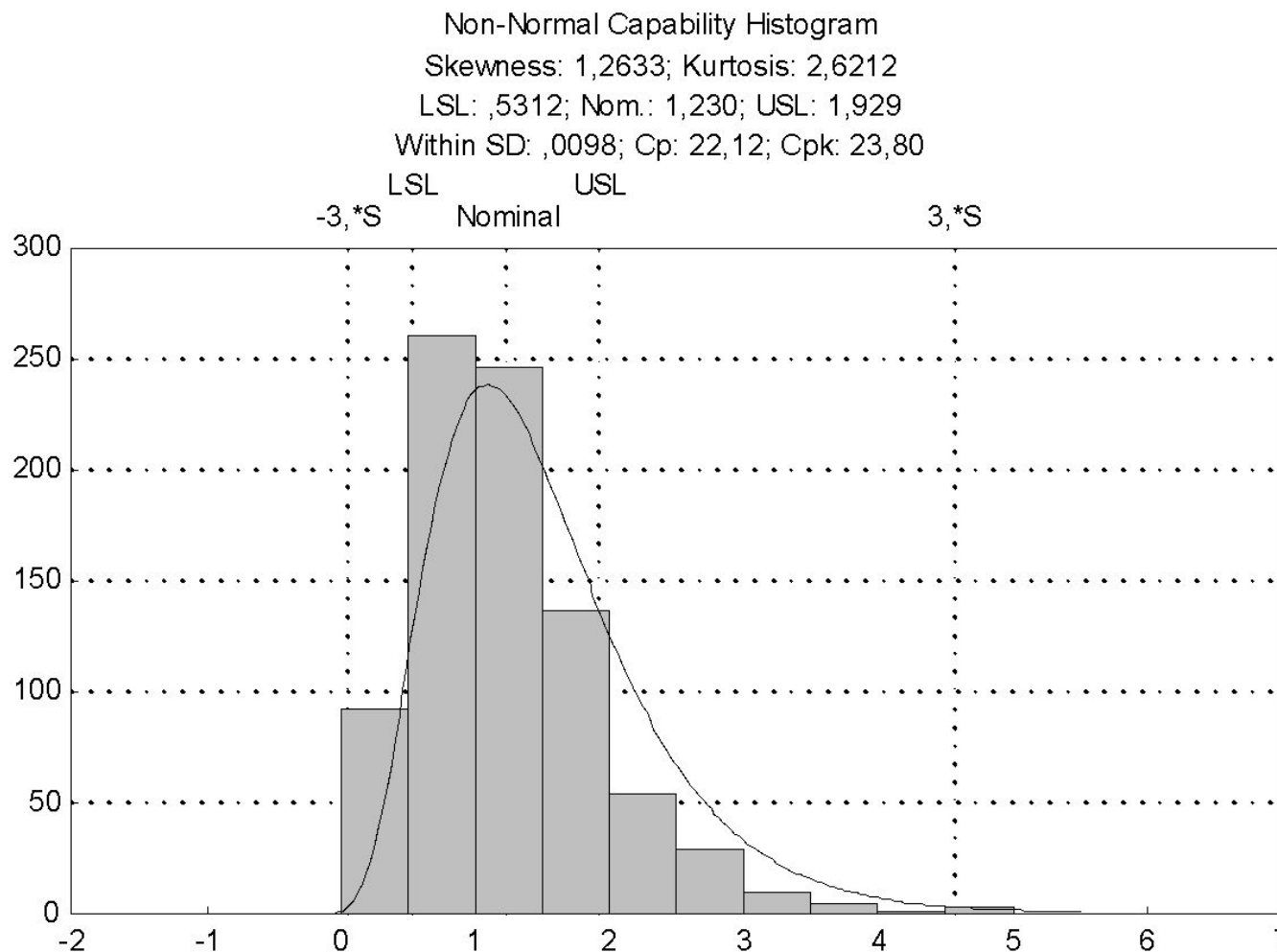
**Первичные оценки**  
равноудалены от центра  
координат по причине  
равносильности и  
достаточно равномерно  
образуют вклады в  
значения обоих  
факторов.



Scatterplot ( 2v\*835c)



- С помощью процедур контроля качества можно выделить объективно пределы “нормальной силы” воздействия в отношениях студент-преподаватель.



# Выводы

---

1 Процедура оценки качества теста знаний заключается в проверке способности теста дифференцировать опрашиваемую аудиторию по заданным критериям отбора. Реализация данного положения формально сводится к процедуре применения, полученной в ходе дискриминантного анализа контрольной группы, дискриминантной функции к результатам тестирования.

**2** Решение проблемы объективного и достоверного тестирования уровня знаний можно решить оценкой "образа знаний" тестируемого, привлекая при этом полное сочетание информации даваемой тестом в целом; процедура тестирования при этом строго формализована, и результат однозначно следует из отмеченных ответов проверяемого.

# Выводы

---

**3** Адаптивная процедура тестирования может быть основана на пошаговом выборе оптимального вопроса (дистрактора) в ходе дискриминантного анализа во время ответа тестируемого.

4 Применение процедуры объективного тестирования, в сочетании с дискриминантным анализом на этапе проверки и факторным анализом на этапе создания теста, позволяет перейти от оценки знаний к оценке навыков и умений, выявить имеет ли испытуемый целостную картину знаний.



---

**Спасибо за внимание**