

НАЗАРБАЕВ Ф.Т., БЕЙШЕБАЕВА Ж.К.  
КНУ имени Ж.Баласагына  
NAZARBAYEV F.T., BEISHEBAEVA J.C.  
J. Balasagyn KNU, Bishkek

РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА»  
И ЕГО ОСОБЕННОСТИ

«Ыктымалдар теориясы жана математикалык статистика» сабагы боюнча  
комплексүү экзамендик системаны иштеп чыгуу жана анын өзгөчөлүктөрү

Implementation of a complex examination system in the subject "probability theory and  
mathematical statistics" and its features.

**Аннотация:** В статье описаны методики создания обобщённых задач по дисциплине теория вероятностей и математической статистики в комплексных экзаменационных системах, разработанных с участием авторов. Данные системы дают возможность контроля знаний по теории вероятностей и математической статистики, с проверкой не только знаний, но и логического мышления. Также система исключает возможности заучивания ответов на вопросы, так как задания формируются случайным образом. Интерес в таких экзаменационных системах вызывает методики формирования обобщённых задач с загрузкой статистических данных извне и графически обобщённых задач, проверяющих знания экзаменуемых по теории вероятностей и математической статистики. Такие обобщённые задачи требуют более глубоких знаний.

**Аннотация:** Бул макалада авторлордун катышуусу менен ыктымалдар теориясы жана математикалык статистика предмети боюнча жалпыланган маселелерди түзүү усулдары каралган. Келтирилген системада окуучунун математикалык статистика жана ыктымалдыр теориясы предмети боюнча билимин, илимин жана логикалык ой-жугуртуусун көзөмөлдөөгө мүмкүнчүлүк берет. Маселелерди кокустан түзүү системасы жоопторду жаттап алуу мүмкүнчүлүгүн четке кагат. Мындай системаларда графикалык жалпыланган маселе түзүү усулдары өзгөчө кызыктуулукту туудурат. Жогоруда айтылган жалпыланган маселелерди түзүү усулдары ар кандай математикалык предметтерде колдонууга болот.

**Annotation:** The article describes the methods of creating parameterized task for the discipline of probability theory and mathematical statistics in complex examination systems developed with the participation of the authors. These systems provide the ability to control knowledge of probability theory and mathematical statistics, with testing not only knowledge, but also logical thinking. The system also eliminates the possibility of learning answers to questions, since tasks are randomly generated. Interest in such examination systems is the formation of parameterized task with the loading of statistical data from outside and graphically parameterized task that test knowledge of the subjects on probability theory and mathematical statistics. Such parameterized task require deeper knowledge.

**Ключевые слова:** обобщенная задача, электронный экзамен, комплексный экзамен, формируемость, уникальность, конфиденциальность, теория вероятностей, математическая статистика.

**Урунттуу сөздөр:** жалпыланган маселе, электрондук экзамен, комплекстик экзамен, түзүүчүлүк, сейректик, сырдуулук, ыктымалдар теориясы, математикалык статистика.

**Keywords:** graphical parameterized task, electronic examination, complex examination, generativity, uniqueness, confidentiality, mathematics

Приблизительно во второй половине XIX века были применены тесты с закрытыми ответами. Где давались вопросы и несколько ответов к вопросам, экзаменуемые должны были выбрать правильный ответ.

Такие способы контроля знаний начали широко использовать в 1-й четверти XX века. В те же периоды были разработаны устройства (механические и электромеханические) для ускорения обработки результатов контроля. Начиная с 70-х годов XX века начали разрабатываться программные средства, для автоматизации таких систем.

Но у такой методики были выявлены существенные недостатки, например, в [1] авторы, описывая тенденции развития компьютерных обучающих программ по математике, писали: «появляются программы — тестовые оболочки, которые, по мнению их создателей, можно одинаково успешно наполнить любым материалом (от геометрии до географии) ... Пользователям таких тестовых

оболочек остается составить банк контрольных заданий по своим дисциплинам с несколькими вариантами ответов к каждому заданию. Применение получающихся контролирующих программ насаждает крайне негативную методику проверки знаний с выбором ответа из списка, содержащего заведомо неверные утверждения, причем часть из них обычно провоцирует учащихся совершать типичные ошибки. Такая методика неоднократно подвергалась справедливой критике ... и не имеет никаких иных причин существования, кроме неумения программировать.»

Учитывая вышеуказанные обстоятельства, начиная с 80-х годы XX века начали разрабатывать способы разработки программ «случайного формирования заданий», «параметризованных вопросов» для отдельных дисциплин, например, в работах [2], [3]. В 1990-е годы такой способ был обобщен в работах, [4], [5], [6].

В процессе разработки экзаменационных систем вышеуказанным способом, был разработан комплекс требований к таким системам, для обеспечения валидности, объективности и надежности, которые описаны в [7] – [10], это формируемость, уникальность, полная конфиденциальность, представительность и конкретность. Также можно добавить и многоязычность.

Все созданные на данный момент программы «случайного формирования заданий», «параметризованных вопросов» имели недостаток, заключающаяся в том, что не имели возможности создания загружающую данные из других источников и графически обобщённых задач. В этой работе рассматриваются вопросы создания обобщённых задач с загрузкой статистических данных из вне и формирования графически обобщённых задач. Для начала приведем определение «обобщённой задачи», «графически обобщённая задача» и «обобщённая задача с загрузкой статистических данных из вне».

"Обобщённая задача" – это алгоритм для получения нескольких однотипных задач с выбором параметров, исходными данными для алгоритма являются случайные числа, выбираемые в некоторых диапазонах; "настраиваемая обобщённая задача" - исходными данными для алгоритма являются диапазоны, выбираемые (преподавателем) в рамках некоторых базовых диапазонов, и случайные исходные данные, выбираемые в выбранных диапазонах. "Графически обобщённая задача" – это обобщённая задача в которых условие задачи содержит графические элементы. "Обобщённая задача с загрузкой статистических данных из вне" – это обобщённая задача в которых некоторые переменные параметры могут быть загружены из внешних источников.

**Задачи обобщённого типа по теории вероятностей и математической статистике:**

**Задача 1. Комбинаторика:** В группе  $N \in [12 - 30]$  человек. Необходимо выбрать старосту, и  $k \in [1 = \text{«профорга»}, 2 = \text{«профорга и замстаросту»}]$ . Сколько существует способов это сделать:

**Формула решения:**

$$K = \begin{cases} N \times (N - 1), k = 1 \\ N \times (N - 1) \times (N - 2), k = 2 \end{cases}$$

**Задача 2. Вероятность:** Вероятность изготовления на автоматическом станке стандартной детали равна  $p \in [0.6-0.95]$ . Найти наивероятнейшее число бракованных деталей среди  $N \in [3-10]$

отобранных. Если есть два ответа найдите наименьший из них. **Формула решения:**  $np - q J_0^m J np$

$+ p$ , где  $m_0$  - целое и наименьшее число

**Задача 3. Математическое ожидание:** Вычислить математическое ожидание дискретной случайной величины  $X$  заданной законом распределения

$X$	$p$
1	$p_1 \in [0.05-0.25]$
2	$p_2 \in [0.05-0.25]$
3	$p_3 \in [0.05-0.25]$
4	$p_4 \in [0.05-0.25]$

$$p_5 = 1 - \sum_{i=1}^4 p_i$$

**Формула решения:**

$$M X( ) = \sum_{i=1}^n x p_i$$

**Задача 4. Вычисление дисперсии по графическим данным:** Вычислите дисперсию распределение случайной величины X заданной графически

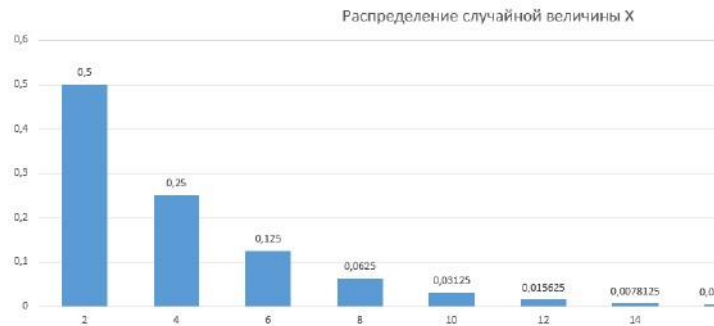


Рис 1. Сформированный графический элемент вопроса

Здесь если рассматривать таблицу распределения она имеет вид:

X	p	2p	3p	...
2	p	2p	3p	...

Где  $p \in [0.2-0.9]$ ,  $n \in [1-6]$  и  $q=1-p$ .

**Формула решения:**  $q$

$$D X() = \frac{p}{q^2}$$

**Задача 5. Статистика с загрузкой данных извне:** Вычислите разность между медианой и

модой вариационного ряда  $X = \{x_i : i=1, n\}$  ( $B \in [1..5]$  - номер файла с которого нужно скачать,  $n \in [20,50]$  - количество элементов из статистических данных которое нужно загрузить из внешнего источника,  $k \in [20,200]$  - номер элемента с которого начинать загрузку данных). Если имеется более одной моды взять наименьшую, а если моды нет взять ее равной нулю.

**Формула решения:** Ранжировать ряд и взять число по середине  $m_e$ , и взять первую моду  $m_0$

если она имеется или иначе взять моду равной нулю.  $m_e - m_0$

**Задача 6. Задача на линейную регрессию:** Измерение роста и веса студентов группы показали следующие результаты:

$$x = \{x_i \in [150; 195], i = 1, 10\}$$

Рост:

$$y = \{y_i = (x_i - 100) \cdot (1 \pm e_i) \pm k_i, e_i \in [0.01; 0.4], k_i \in [1; 5]\}$$

Вес:

Вычислите коэффициент  $a$  линейной регрессии?

**Формула решения:**

$$b = \frac{\sum (x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i) / n}{\sum (x_i^2) - (\sum x_i)^2 / n}$$

$$a = \frac{\sum y_i - b \sum x_i}{n}$$

**Приведем алгоритмы обобщённых задач 4 и 5 так как там использует новые способы составления обобщённых задач**

Алгоритмы и анализ некоторых обобщённых задач приведены в работе [10] и [11].

Задача №4 – Вычисление дисперсии по графическим данным

```
1. Procedure task4(out ques:array of string; out ans:otv);
2. var
3. I: Integer;
4. begin
5. ans.key:=2;
6. randomize;
7. k:=randab(1,6);
8. fx:=randab(2,9)/10;
9. fd:=1-fx;
10. form2.Chart1.Visible:=true;
11. form2.Series1.Clear;
12. for i := 1 to 7 do
13. begin
14. with form2 do
15. begin
16. series1.AddXY(k*i,fx*power(fd,i-1,"));
17. end;
18. end;
19. ques[0]:='График түрүндө берилген X дискреттик кокус санынын
    дисперсиясын
эсептениздер';
20. ques[1]:='Вычислите дисперсию распределение случайной величины X
    заданной
графически';
21. ques[2]:='';
22. ans.b:=(fd*k)/(fx*fx);
23. end;
```

Строка 1: Из аргументов процедуры видно, что процедура возвращает массив вопросов и ответ особого типа “otv”.

Строка 5: Говорит, что приведенный ответ является дробным числом

Строки 7-21: Код составления вопроса задания. Сначала генерируются случайные числа параметры задачи — это вероятность и первый элемент. Далее очищаем элемент, на котором будет построен график распределения случайной величины. Далее строится сам график и формируется текстовый массив с вопросом на нескольких языках.

Строка 22: Вычисление ответа к задаче Задача 5.

Статистика с загрузкой данных извне:

```
1. Procedure task5(out ques:array of string; out ans:otv);
2. var
3. I,j: Integer;
4. begin
5. form2.Chart1.Visible:=false;
6. Ap := CreateOleObject('Excel.Application');
7. Ap.Workbooks.Open('stat.xls',0,true);
8. ans.key:=1;
9. randomize;
10. k:=randab(10,400);
11. n=randab(20,50)
12. for I := 1 to n do
13. begin
14. mas[i]:=ap.cells[1,i+k];
```

```

15.     end;
16.     t1:=' ';
17.     for i := 1 to n-1 do
18.         t1:=t1+inttostr(mas[i])+', ';
19.         t1:=t1+inttostr(mas[n])+', ';
20.     for i := n-1 downto 1 do
21.         begin
22.             for j := 1 to i do
23.                 if mas[j]>mas[j+1] then
24.                     begin
25.                         f:=mas[j];
26.                         mas[j]:=mas[j+1];
27.                         mas[j+1]:=f;
28.                     end;
29.                 end;
30.             k:=mas[1];
31.             k1:=1;
32.             k2:=1;
33.             f1:=mas[1];
34.             for i := 2 to n do
35.                 begin
36.                     if mas[i]=mas[i-1] then
37.                         begin
38.                             inc(k2);
39.                             if k2>k1 then
40.                                 begin
41.                                     k1:=k2;
42.                                     f1:=mas[i];
43.                                 end;
44.                             end
45.                         else
46.                             k2:=1;
47.                         end;
48.                     if k1>1 then f:=f1 else f:=0;
49.                     ans.a:=k-f;
50.                     ques[0]:=t1+' вариациялык катардын медианадар моданы кемиткен
маанисин табыңыз
51.         +' Эгер бирден ашык мода бар болсо анда кичинесин киргизиңиз, эгер мода
жок болсо

```

0 маанисин алыңыз.');

```

52.     ques[1]:='Вычислите разность между медианой и модой вариационного ряда '+t1
53.     +' Если имеется более одной моды взять наименьшую, а если моды нет взять ее
равной нулю.';
54.     ques[2]:=' ';
55.     Ap.Application.Quit;
56.     Ap.DisplayAlerts := False;
57.     end;

```

Строка 5: скрытие неиспользуемых элементов.

Строки 6-7: создание приложения Excel и открытие файла с данными

Строки 12-15: Формирование массива вопроса на кыргызском и русском языках

Строка 8: Это строка говорит о том, что ответ целое число.

Строки 10-15: Генерация параметров, а также загрузка данных из внешнего источника.

Строки 16-19: обращение статистических данных в обычный текст для формирования вопроса

Строки 20-49: Код вычисления ответа к задаче

Строки 50-54: Формирование массива вопроса на нескольких языках.

## Строки 55-56: Закрытие внешнего источника данных

Аналогичные коды имеют вышеприведенные задачи. С помощью указанного способа можно создать практически любые обобщённые задачи. В приведенных задачах видно, что можно использовать данную методику как в задачах математической статистики и теории вероятностей так и в задачах других дисциплин не только математики. Кроме того, большим преимуществом данной методики составления обобщённых задач это многоязычность системы, достаточно перевести его на любой язык и указать этот вопрос как один из элементов массива с вопросами.

По вышеуказанным и аналогичным им кодам и алгоритмам обобщённых задач была создана программа в среде программирования Delphi. Также с помощью аналогичной программы, созданной при участии автора и под руководством профессора Панкова П.С., проводились открытые интернет олимпиады в КРСУ по прикладной математике.

### Работа программы

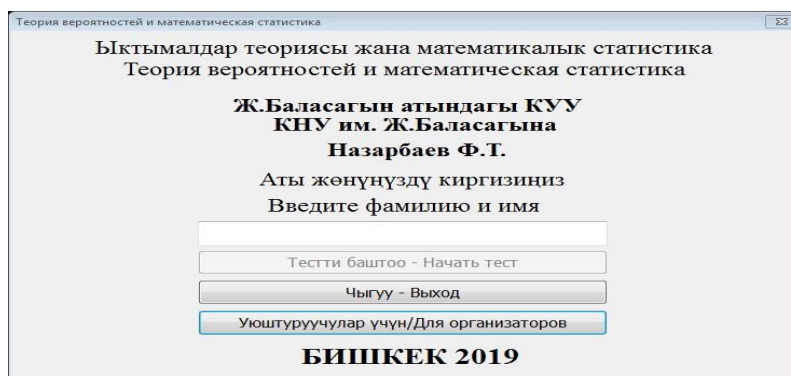


Рис. 1. Главное окно программы

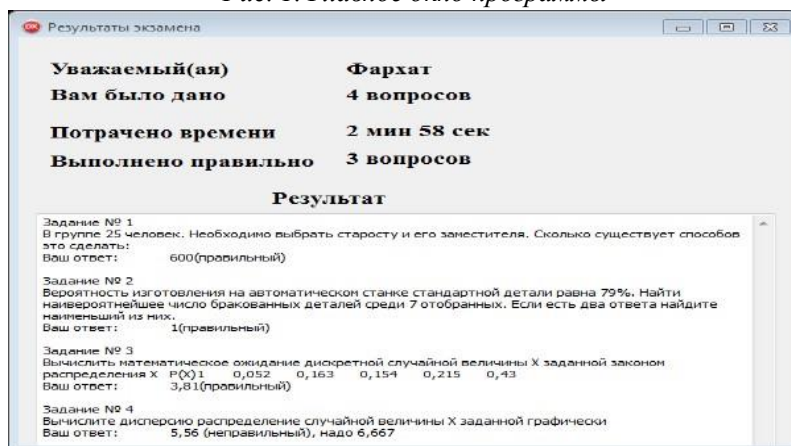


Рис. 2. Окно с результатами экзамена

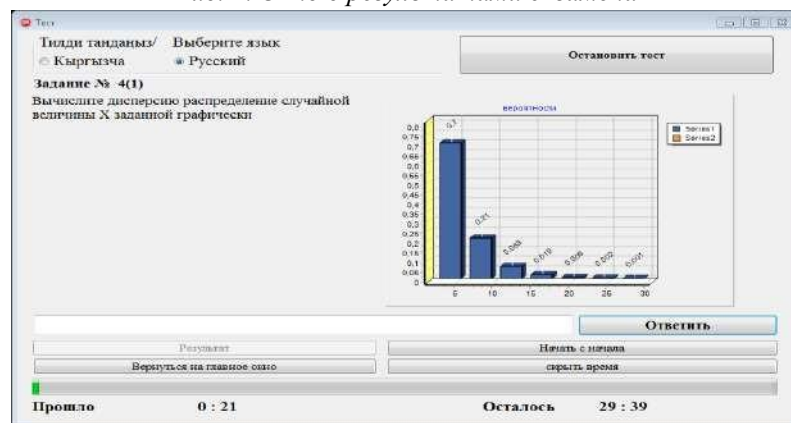


Рис. 3. Окно с заданиями.

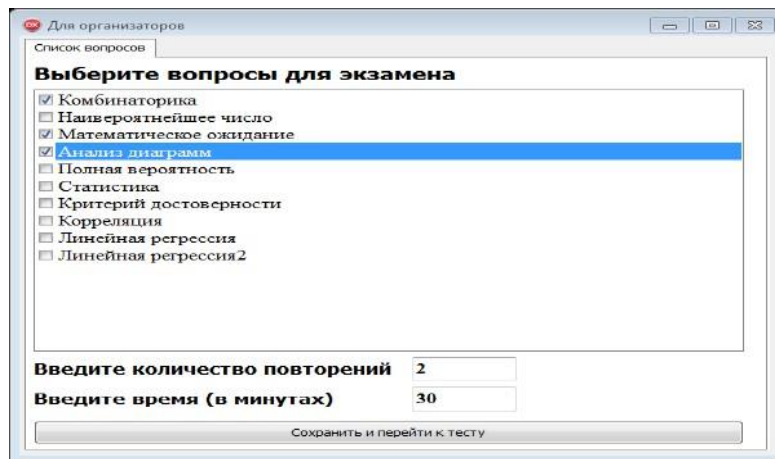


Рис 4. Окно настройки

В форме с заданиями есть несколько элементов управления, это:

1. Выбор языка
2. Кнопка остановки теста, если экзаменуемый хочет совсем прекратить тест
3. Кнопка возврата на главную форму
4. Кнопка начать тест с начала, при этом тест будет давать не старые вопросы, а сгенерирует другие задачи аналогичного типа.
5. Кнопка скрытия и отображения времени.

Следует отметить что это модельная программа, для демонстрации комплексной экзаменационной системы по дисциплине теории вероятностей и математической статистики. На основе данной программы можно составить комплекс программ по различным разделам математики. Дисциплина теории вероятностей и математической статистики выбрана не случайно. Так как данная дисциплина связана с большим количеством других нематематических дисциплин, также в задаче математической статистики важную роль играет именно статистические данные которые скорее должно загружаться (данные для загрузки можно скачать с сайта национального статистического комитета Кыргызской Республики <http://www.stat.kg> или из других источников) из каких-либо источников нежели генерироваться случайным образом хоть и по определенным законам как это продемонстрировано выше. Также можно добавить еще несколько языков чуть доработав код добавив элемент выбора нужного языка и добавив переводы вопросов в массив с ответами как указаны в процедурах выше.

#### Список цитируемых источников

1. Бурковская М.А. Компьютерный контроль знаний в среде Academia XXI / Бурковская М.А. Зимина О.В., Кириллов А.И. // Информатика и образование. М., 2002. – № 9. – С. 81-87.
2. Панков П.С., Мектеп окуучулардын XXI бүткүл союздук математикалык олимпиадасы / Панков П.С., Саадабаев А.С. // Эл агартуу, Бишкек, 1987, № 10. – 29-34-б.
3. Панков П.С. Обучающая и контролирующая программа по словоизменению в кыргызском языке на ПЭВМ. / Панков П.С. – Бишкек: Мектеп, 1992. - 20 с.
4. Kashy E. CAPA, an integrated computer assisted personalized assignment system / Kashy E., Sherrill B. M., Tsai Y., Thaler D., Weinshank D., Engelmann M., Morrissey D. J. // American J. Phys. 61 (12), 1993, – pp. 1124-1130.
5. Демушкин А.С. Компьютерные обучающие программы / Демушкин А.С., Кириллов А.И., Сливина Н.А., Чубров Н.А., Кривошеев А.О., Фомин С.С. // Информатика и образование. 1995. – № 3. – С. 72-76.
6. Панков П.С. Опыт и перспективы использования комплекса UNIQUEST уникальных тестовых заданий в учебном процессе / Панков П.С., Джаналиева Ж.Р. // Образование и наука в новом геополитическом пространстве: Тез. докл. научно-практической конференции. – Бишкек: МУК, 1995. – С. 217.
7. Панков П.С. Проектирование и развитие программных экзаменационных комплексов по математике и физике / Панков П.С., Джаналиева Ж.Р. // Образование в XXI веке: ценности и перспективы: Материалы Междун. научно-практ. конф. Часть 2. – Бишкек: КАО, 2001. – С. 281-284.
9. Панков П.С. Разработка концепции компьютерного комплексного экзамена и его содержание для информатики и математики / Панков П.С., Копеев Ж.Б., Кусманов К. // Вестник МУК, 2012, № 1 (21) – С.15-19.
10. Панков П.С. Экзаменующая программа со случайным выбором заданий извне / Панков П.С., Джаналиева Ж.Р. // Вестник ОшГУ. Серия физико-матем. наук. – 2003. –№ 7. – С. 174-177.

11. Кусманов К.Р. Опыт использования комплексных компьютерных экзаменов по математике и информатике / Кусманов К.Р., Копеев Ж.Б., Назарбаев Ф.Т. // Материалы Международной научной конференции молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников «XV Сатпаевские чтения», том 19. – Павлодар, 2015. – С. 283-290.
12. Назарбаев Ф.Т. Разработка экзаменационных систем по контролю качества образования по математике и информатике / Назарбаев Ф.Т. // Известия КГТУ им. И.Раззакова – Бишкек, 2017. №42 – С. 196-202

*Рецензенты: Асанкулова М.- доктор физико-математических наук, ученый секретарь Института математики НАН КР,*

*Абыкеев К.Дж. - кандидат технических наук, и.о. доцента КГУСТА им. Н. Исанова.*