

## АНАЛИЗ ОПЫТА ПРОВЕДЕНИЯ ШКОЛЬНЫХ РЕСПУБЛИКАНСКИХ ОЛИМПИАД ПО ИНФОРМАТИКЕ В КЫРГЫЗСТАНЕ

*Макиева Замира Джумакуматовна, доцент кафедры ПОКС, Кыргызский Государственный Технический Университет им. И. Раззакова (КГТУ), г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, 720044, Кыргызстан, +996775999755. e-mail: [z.makieva@gmail.com](mailto:z.makieva@gmail.com)*

*Тен Иосиф Григорьевич, к.т.н., профессор, заведующий кафедрой ПОКС, КГТУ им. И. Раззакова, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, 720044, Кыргызстан, +996312563853, e-mail: [tenig@mail.ru](mailto:tenig@mail.ru)*

*Мусина Индира Рафиковна, к.т.н., доцент кафедры ПОКС, Кыргызский Государственный Технический Университет им. И. Раззакова (КГТУ), г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, 720044, Кыргызстан, +996555005898. e-mail: [musina-indira@yandex.ru](mailto:musina-indira@yandex.ru)*

В данной статье приводится описание процесса подготовки олимпиад по информатике/программированию в Кыргызстане. Показаны проблемы, возникающие при проведении олимпиад, и пути их решения. Рассматриваются учебно-методологические аспекты отбора задач, организация командной работы над задачами. Приводится описание

автоматизированной проверяющей системы, разработанной для проведения олимпиад по программированию в Кыргызстане.

**Ключевые слова:** олимпиада по программированию, автоматизированная проверяющая система, подбор олимпиадных задач, генерация тестов.

## **ANALYSIS OF EXPERIENCE OF SCHOOL REPUBLICAN OLYMPIAD ON INFORMATICS IN KYRGYZSTAN**

*Makieva Zamira Jumakmatovna, Associate professor, Software Engineering Department, Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Bishkek city, 66, prospect Ch. Aitmatova, e-mail: [z.makieva@gmail.com](mailto:z.makieva@gmail.com)*

*Iosif Grigorievich Ten, candidate of Technical Sciences, Professor, Head of Software Engineering Department, Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Bishkek city, 66, prospect Ch. Aitmatova, e-mail: [tenig@mail.ru](mailto:tenig@mail.ru)*

*Musina Indira Rafikovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Software Engineering Department, Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov Bishkek city, 66, prospect Ch. Aitmatova, e-mail: [musina-indira@yandex.ru](mailto:musina-indira@yandex.ru)*

This article describes the process of preparing olympiads in informatics/ programming in Kyrgyzstan. The problems arising during the Olympiads, and the ways of their solution are shown. The study-methodological aspects of task selection, organization of team work on tasks are considered. The description of the automated testing system developed for the programming contests in Kyrgyzstan is given.

**Keywords:** olympiad on programming, automated testing system, selection of olympiad tasks, generation of tests.

### **Введение**

В Кыргызской Республике, как и во многих странах мира, ежегодно проводятся предметные олимпиады школьников. В данное время в нашей стране республиканские олимпиады школьников проводятся в 4 тура: в начале проводятся олимпиады по школам, затем – по районам, областям (города Бишкек и Ош имеют отдельный статус) и, наконец, республиканская. На каждый тур выделяется определенная квота на количество участников и в результате, к сожалению, на первых этапах отсеиваются перспективные школьники. В 1-ом и 2-м турах участвуют все желающие и соревнования организовываются и проводятся местными учителями. А 3-й и 4-й туры готовятся и проводятся Республиканской комиссией. Подготовка олимпиадных задач по информатике в Кыргызстане и проверка результатов, начиная с 2014г. поручена кафедре «Программное обеспечение компьютерных систем» (ПОКС) Кыргызского Государственного Технического Университета (КГТУ) им. И.Раззакова.

Ежегодно только в третьем туре участвует более 150 школьников. Начиная с третьего тура, соревнования идут в два дня. При этом каждый участник получает 3 - 4 задачи в каждый день соревнования. В связи с этим возникают проблемы, связанные как с созданием заданий, так и проверкой результатов, которые могут быть решены внедрением автоматизированной системы. В настоящей статье приводится описание процесса проведения школьных олимпиад по информатике/программированию в Кыргызстане, описывается автоматизированная проверяющая система KALYS, созданная на кафедре ПОКС с целью повышения эффективности отбора участников на международные олимпиады.

### Процесс проведения школьных олимпиад по информатике в Кыргызстане

Много лет в Кыргызстане при проверке задач в ходе проведения олимпиад использовали простой способ запуска готовых программ с ручным вводом данных или с помощью тестовых файлов, а затем шло сравнение результатов с исходными данными. Такой способ очень затруднителен. Совершенно очевидно, что ручная проверка имеет ряд недостатков:

- возможность прогона лишь небольшого количества тестов для проверки работы программ участников,
- ограничен размер входных и выходных данных,
- затрачивается много времени на проверку,
- процесс проверки разработанных участниками программ возможен только в конце олимпиады (отсутствие интерактивности),
- существует определенный риск допустить ошибку при вводе исходных данных или при проверке результата работы программы,
- сложно оценить производительность и используемой оперативной памяти разработанной участником программы - показателей оптимальности решения задачи,
- не исключается субъективность при оценке программы (лазейка для коррупции).

Все это говорит о низком качестве ручной проверки олимпиадных заданий по информатике и возможной коррупции.

Таким образом, становится актуальной применение автоматизированной системы проверки олимпиадных задач по информатике (программированию), которое позволит улучшить качество проверки задач и, следовательно, объективно выбрать лучших среди участников соревнований.

### Автоматизированная проверочная система олимпиадных задач KALYS

В Кыргызстане существует компьютерная проверочная система Кыргызско-Российского славянского университета [1], которая используется при проведении студенческих олимпиад по программированию в Кыргызстане по правилам ACM ICPC, а также для тренировки студентов. Однако, при проведения школьных олимпиад необходимо использовать, в отличие от студенческих олимпиад, более мягкую, систему оценки заданий, подобную используемой на **международных олимпиадах по информатике (IOI - International Olympiad in Informatics)**. В связи с этим командой кафедры ПОКС была разработана универсальная автоматизированная система проверки олимпиадных заданий KALYS [2], которая позволяет проводить не только школьные олимпиады по информатике, но и соревнования по программированию среди студентов. Система принимает исходный код программы, компилирует его, запускает полученный исполняемый файл, подавая на вход определённые наборы данных, и сравнивает результаты работы проверяемой программы с известными ответами на задачу, формирует отчеты [3].

С 2015 по 2017 годы система успешно прошла испытания: с её помощью были проведены городские (г. Бишкек) и республиканские школьные олимпиады по информатике. В нынешнем 2017 году в 3-ем туре олимпиады участвовало 158 школьников в 9 регионах, а в 4-ом туре - 19 школьников (по 2 человека от каждого из 9 регионов республики и 1 победитель прошлого года вне конкурса). Внедрение системы привело к объективной оценке результатов и, соответственно, к повышению качества отбора участников на международные олимпиады (к примеру, на IOI 2016г. школьник из Кыргызстана получил бронзовую медаль)

На рис.1 показана карта Кыргызстана с указанием 7 областей, двух городов - Бишкек и Ош - со статусом области и количества участников олимпиады по каждому региону (Рис.1).



Рис.1. Участники 3-го тура олимпиады по регионам Кыргызстана (2017г.)

В Кыргызстане при проведении олимпиад по информатике (программированию) с 1-го по 3-й туры школьниками используются языки программирования C++, Pascal и QBasic, так как эти языки преподают в школах республики. А в финальном туре участвуют, как правило, школьники, программирующие на C++ и Pascal (к сожалению, недостаток квалифицированных преподавателей не позволяет исключить языки программирования Pascal и QBasic). Разработанная система обрабатывает коды, написанные на всех этих языках программирования.

Система поддерживает проверку различных типов задач:

- С точными ответами - количество данных в ответе может быть любым, но порядок и значения должны полностью совпадать (иногда называется «чекер на последовательность токенов»).
- С заданной точностью – для проверки задач, ответом на которые является одно или более вещественных чисел. Проверяет, что абсолютная или относительная погрешность ответа участника не превышает указанный предел погрешности.
- С множеством правильных ответов. Например, это может быть известная задача о 8 ферзях или поиске выхода из лабиринта, где может быть несколько путей.
- Интерактивные задачи. Ответ задачи зависит от промежуточных результатов.

#### Методика подготовки заданий для олимпиады по информатике

Школьные олимпиады по информатике отличаются от олимпиад по другим предметам, начиная со стадии подготовки задач и заканчивая подведением итогов и выявлением победителей. Особенностью проведения этих олимпиад является то, что необходимо подготовить различные типы задач: с возможностью решения не единственным эффективным алгоритмом, с возможностью решения простыми алгоритмами, которые пройдут лишь некоторую часть тестов. Необходимо сгенерировать множество тестов к каждой задаче. При этом задачи должны быть понятными школьнику, и, разумеется, не должны содержать ошибок. При проверке программ участников, к сожалению, из-за роста сложности олимпиадных задач, риск того, что жюри может допустить некоторые ошибки, всё же есть.

*Проблем сеттеры олимпиады.* Под проблем сеттерами мы понимаем группу людей, ответственных за подготовку комплектов олимпиадных задач. В их обязанности входят проработка идей задач и составление строгих формулировок, формирование комплекта задач для определенной олимпиады, а также непосредственно подготовка задачи: составление условий, разработка системных тестов, авторских решений, программ проверки корректности входных данных (валидаторов), программ проверки ответов участников (чекеров).

Группа проблем сеттеров состоит из 4 - 6 человек. В основном, роль проблем сеттеров выполняют преподаватели, старшекурсники или недавние выпускники кафедры ПОКС, которые в прошлом активно участвовали на подобных мероприятиях, а сейчас работают в университетах или занимаются промышленной разработкой программного обеспечения. Многие члены группы проблем сеттеров имеют большой опыт участия в соревнованиях, при этом некоторые добивались значительных результатов, например, первые места на Кыргызстанском четвертьфинале 2014, 2015 годов, а также становились участниками полуфинальных соревнований чемпионата мира по программированию ACM ICPC. Благодаря этому, проблем сеттеры достаточно хорошо разбираются в подготовке задач, а также могут грамотно и четко оценивать их сложность. Также им хорошо знакомы текущие тенденции в олимпиадном программировании (новые методы и инструменты для подготовки участников, базовые и популярные темы задач).

*Подготовка задачи.* Подготовку задачи можно разбить на несколько этапов:

1. Придумывание легенды (идеи для развернутого условия, а также деталей задачи).
2. Подготовка правильных и неверных, алгоритмически неэффективных решений задачи для проверки.
3. Написание валидаторов и чекеров.
4. Генерация множества тестов.

Рассмотрим 1 и 4 пункты более подробно.

Придумывание легенды. Существующие на данный момент задачи, в основном, сформулированы на строгом математическом языке и в терминах той области, которой относится решение задачи (теория графов, строковые алгоритмы, теория чисел и т.д.). Тем не менее, общепринято писать развернутые условия, которые используют понятные для участников слова. Рассмотрим пример составления легенды. Возьмем в качестве примера следующую формализованную задачу.

*Дан массив из  $n$  целых чисел. Необходимо найти количество инверсий в этом массиве. Инверсией называется такая пара индексов  $i$  и  $j$  ( $i < j$ ), что  $a[i] > a[j]$ .*

Входные данные:

*На первой строке записано целое число  $n$  - количество элементов в массиве ( $1 \leq n \leq 10^5$ ).*

*На второй строке записано  $n$  целых чисел, разделенных пробелами - элементы массива ( $0 \leq a[i] \leq 10^5$ ).*

Выходные данные:

*Выведите одно целое число - количество инверсий в массиве.*

Для опытного участника не составит особого труда решить данную задачу. Достаточно реализовать алгоритм сортировки слиянием и воспользоваться её свойствами, эффективный подсчет всех инверсий происходит во время слияния двух половинок текущего подмассива; пусть  $i$  будет указывать на левый подмассив,  $j$  - на правый. На любом моменте слияния, если  $a[i] > a[j]$ , то у нас есть  $(mid - i)$  инверсий, потому что эти массивы упорядочены по возрастанию, то есть все оставшиеся элементы ( $a[i + 1]$ ,  $a[i + 2]$ , ...,  $a[i + mid]$ ) левого подмассива также будут больше, чем  $a[j]$ .

Придумываем легенду для этой задачи.

*Папа купил детям детскую железную дорогу с паровозом и грузовыми вагонами. Дети установили рельсы, поставили на них паровоз и прицепили к нему вагоны. Вагоны они пронумеровали в возрастающем порядке. Потом дети взяли коробку кубиков и стали заполнять ими вагоны, не задумываясь над тем, сколько кубиков оказалось в каждом вагоне.*

*Папа решил проверить, насколько дети хорошо умеют считать и правильно ли они сравнивают числа между собой (т.е. понимают, какое число из двух заданных чисел больше, а какое – меньше). Поэтому он поставил перед детьми следующую задачу: перезагрузить вагоны таким образом, чтобы для любой пары вагонов, на каком бы расстоянии друг от друга они не находились, выполнялось правило - чем дальше от паровоза находится вагон, тем большим количеством кубиков он должен быть загружен.*

*Помогите детям: подскажите, сколько пар вагонов загружено не по правилу, заданному папой детей.*

Основной сложностью данной задачи является грамотная формализация описанной операции и переход от элементов массива и инверсий к вагонам. А написание решения не составит большого труда.

Генерация тестов. Генерация тестов - один из важных пунктов в подготовке задачи, так как для генерации полного набора тестов необходимо провести исследование задачи, найти её слабые и сильные стороны, а также крайние случаи (в том числе, с минимально и максимально возможными входными и выходными данными). Генерация представляет собой написание программы на каком-либо языке программирования и вспомогательного скрипта, который использует данную программу для перенаправления входного и выходного потоков данных. Приведем пример авторской программы для генерации тестов и скрипта к вышеупомянутой задаче.

```
#include<iostream>
#include<vector>
#include<cstdlib>
using namespace std;
int n;
vector<int> v;
long long rdtsc() {
    long long x;
    asm("rdtsc" : "=A"(x));
    return x; }
void generate_random() {
    v.resize(n);
    srand(rdtsc());
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        v[i] = rand() % 100000;
    } }
void generate_reversed() {
    v.resize(n);
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        v[i] = n - i;
    } }
int main(int argc, char* argv[]) {
    int t = atoi(argv[1]);
    if (t <= 8) { n = 1000; generate_random(); }
    else if (t <= 12) { n = 10000; generate_random(); }
        else if (t <= 18) { n = 100000; generate_random(); }
            else if (t == 19) { n = 99999; generate_reversed(); }
```

```

else { n = 100000; generate_reversed(); }
cout << n << endl;
for (int i = 0; i < n; i++) {
    if (i == 0) { cout << v[i]; }
    else { cout << " " << v[i]; }
}
cout << endl;
return 0;}

```

Скрипт для создания файлов с входными и выходными данными программы:

```

#!/usr/bin/env python3
import os
os.system('g++ solution.cpp -O2 -o solution.exe')
os.system('g++ generator.cpp -O2 -o generator.exe')
for i in range(1, 21):
    i = '{:02d}'.format(i)
    os.system(f'./generator.exe {i} > tests/{i}.in')
    os.system(f'./solution.exe < tests/{i}.in > tests/{i}.out')

```

В конечном итоге мы получим 20 файлов, содержащих входные данные, с расширением in {1.in, 2.in, ..., 20.in} и файлы, содержащие выходные данные, с расширением out {1.out, 2.out, ..., 20.out}, с которыми непосредственно и будет проводиться сравнение вывода участников.

### Заключение

В КГТУ создана система подготовки задач, благодаря которой организовываются и проводятся олимпиады по информатике/ программированию. На кафедре ПОКС разработана автоматизированная система KALYS, которая позволяет: существенно расширить количество участников олимпиады, исключить субъективность при отборе победителей и существенно улучшить уровень подготовки членов международной команды по информатике без больших затрат финансовых средств. Автоматизированная система может быть использована для организации круглогодичной системы подготовки способных учеников во всех регионах страны, имеющих доступ к серверу через интернет. Это будет фундаментом для системной круглогодичной подготовки к участию в международной олимпиаде.

### Список литературы

1. <http://olymp.krsu.edu.kg/> - Проверяющая система КРСУ.
2. <http://138.68.77.62/> - Проверяющая система КГТУ KALYS.
3. Макиева З.Дж. Автоматическая тестирующая система для проверки задач по программированию. Фундаментальные и прикладные проблемы науки. Том 2.- Материалы Кыргызской секции XI Международного симпозиума. М.: РАН, 2016, 18-24 с.