

DOI: 10.32517/2221-1993-2022-21-5-39-44

П. А. Корнилов*Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского, г. Ярославль, Россия***Н. П. Федотова***Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова, г. Ярославль, Россия*

ОЛИМПИАДА ПО ИНФОРМАТИКЕ И ИНФОРМАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ ЯГПУ

Аннотация

В статье рассказывается о новом типе олимпиады по информатике, о ее целях и задачах, а также о способах реализации данных целей. Приводятся примеры авторских заданий как для проверки знаний школьной информатики и владения информационными технологиями, так и для проверки логического и алгоритмического мышления участников олимпиады. Отдельное внимание в статье уделено принципам подбора типов заданий по информационным технологиям для заочного и очного туров олимпиады, построению самих заданий, особенностям их проверки. Авторы обсуждают свой опыт проведения подобных олимпиад и высказывают некоторые рекомендации для проведения как заочного, так и очного туров олимпиады для абитуриентов. Материал будет полезен организаторам аналогичных олимпиад, а также учителям информатики, методистам, школьникам и студентам.

Ключевые слова: олимпиада, школьная информатика, программирование, информационные технологии, сервисы интернета, логическое мышление, алгоритмическое мышление.

1. Структура и содержание олимпиады

Последние три года на физико-математическом факультете Ярославского государственного педагогического университета им. К. Д. Ушинского (ЯГПУ) организуется и проводится олимпиада школьников по информатике. Эта олимпиада была задумана для привлечения абитуриентов на физико-математические направления подготовки, ее призерам и победителям начисляются дополнительные баллы при поступлении на направления подготовки физико-математического

факультета. С одной стороны, проводя эту олимпиаду, ее организаторы (в том числе авторы данной статьи) хотели проверить знания участников по школьному курсу информатики, степень владения участниками информационными технологиями, а также узнать уровень их логического и алгоритмического мышления. С другой стороны, как и в любой олимпиаде, и сильные, и слабые участники должны проявить свои знания и получить удовлетворение от участия в олимпиаде. Кроме того, возникает еще и противоречие между желанием охватить как можно более широкий круг потенциальных

Контактная информация

Корнилов Петр Анатольевич, канд. физ.-мат. наук, доцент, зав. кафедрой теории и методики обучения информатике, Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского, г. Ярославль, Россия; *адрес:* 150000, Россия, г. Ярославль, ул. Республиканская, д. 108; *e-mail:* kornilovpa@yandex.ru

Федотова Наталья Петровна, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры компьютерной безопасности, Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова, г. Ярославль, Россия; *адрес:* 150003, Россия, г. Ярославль, ул. Советская, д. 14; *e-mail:* natatulik@yandex.ru

P. A. Kornilov

Yaroslavl State Pedagogical University named after K. D. Ushinsky, Yaroslavl, Russia

N. P. Fedotova

P. G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia

OLYMPIAD IN INFORMATICS AND INFORMATION TECHNOLOGIES FOR APPLICANTS OF YAROSLAVL STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY

Abstract

The article describes a new type of Olympiad in informatics, its goals and objectives, as well as ways to achieve these goals. Examples of author's tasks are given both to test the knowledge of school informatics and knowledge of information technologies, and to test the logical and algorithmic thinking of the participants in the Olympiad. Special attention in the article is paid to the principles of selecting types of tasks in information technologies for the correspondence and intramural rounds of the Olympiad, the construction of the tasks themselves, and the features of their verification. The authors discuss their experience in conducting such Olympiads and give some recommendations for conducting both correspondence and intramural rounds of the Olympiad for applicants. The material will be useful to the organizers of similar Olympiads, as well as informatics teachers, methodologists, schoolchildren and students.

Keywords: Olympiad, school informatics, programming, information technologies, Internet services, logical thinking, algorithmic thinking.

абитуриентов, в том числе из других регионов страны, и организационными проблемами, возникающими при проведении олимпиады (разработка положения об олимпиаде, рассылка информационных писем по школам, законный сбор регистрационных данных, оповещение участников на разных стадиях олимпиады, проверка большого количества заданий и подведение итогов, награждение победителей и призеров олимпиады). В силу вышеперечисленных причин подбор содержания и определение структуры организации олимпиады становятся нетривиальной задачей.

Обдумав структуру организации олимпиады, мы решили, что оптимальным будет **организация олимпиады в два этапа**.

На первом этапе олимпиады мы решили проводить **заочный тур** в виде теста, что позволяет охватить большое количество участников, в том числе из других регионов России. При этом в задания заочного тура включаются авторские задачи на проверку знания школьного курса информатики по типу заданий ЕГЭ, а также задания на проверку логического и алгоритмического мышления участников олимпиады. Всего в тест были включены 18–20 заданий, на их выполнение было отведено три часа. По итогам заочного тура отбирались участники, которые показали лучшие результаты, они приглашались на очный тур.

В очном туре основное внимание уделяется проверке алгоритмического мышления учащихся и владения ими информационными технологиями. Авторы изучали ранее вопросы включения заданий на использование информационных технологий в олимпиады различных типов и квесты по информатике [3, 7]. При выборе заданий по программированию мы ориентировались на уровень заданий сайтов по подготовке школьников к олимпиадам по программированию (прежде всего, это сайт «Информатикс» [2], сайты Уральского федерального университета [11], Красноярского краевого Дворца пионеров [9] и системы подготовки к олимпиадам по программированию Codeforces [10]). Для ускорения проверки и для соревновательного азарта участников очного тура большая часть заданий заключительного тура олимпиады была объединена в одно соревнование в системе Яндекс Контест, документацию для использования которого можно найти в [6]. При этом в одно соревнование в данной полезной системе можно включать не только автоматическую проверку программ участников, написанных на многих языках программирования, но и задания по информационным технологиям с кратким ответом. Не вошли в него только творческие задания по информационным технологиям, проверку которых нельзя было автоматизировать.

По результатам очного тура определялись призеры и победители олимпиады. Все участники очного тура награждались сертификатами, грамотами или дипломами в зависимости от показанного ими результата.

2. Примеры заданий заочного (дистанционного) тура

При проведении заочного тура выяснилось, что стандартные задачи по типу тех, которые включены в ЕГЭ по информатике, у большинства участников не

вызывают затруднений. Причем это относится даже к таким заданиям, как сложные логические формулы, маски подсетей и т. д. Однако если сформулировать примерно такие же задания в необычной форме, то многие участники с ними не справлялись.

Приведем несколько примеров авторских заданий заочного тура олимпиад 2020 и 2021 годов.

2.1. Задания на количество информации и родственные системы счисления

Задание 1.

Петя кинул два раза игральный кубик и записал оба результата. Когда его спросили, что получилось, он ответил только, что сумма получилась маленькая, от 3 до 5 очков за оба броска вместе. Сколько бит информации передал Петя в своем ответе?

Это пример нестандартной задачи на вычисление количества информации, с которой участники справились очень плохо. Хотя, на самом деле, здесь надо было только посчитать общее возможное количество вариантов ($6 \times 6 = 36$) и количество вариантов, удовлетворяющих условию в Петином сообщении (2 варианта с суммой 3, 3 варианта с суммой 4 и 4 варианта с суммой 5, итого 9). Поскольку неопределенность после сообщения Пети уменьшилась в 4 раза ($36 / 9 = 4$), то он передал ровно 2 бита информации.

В каждый вариант олимпиады заочного тура мы включали задания на родственные системы счисления. Например, приведенную ниже задачу 2.

Задание 2.

Запись некоторого натурального числа в восьмеричной системе счисления содержит все восемь возможных цифр и выглядит следующим образом: 70625314. Если это же число записать в четверичной системе счисления, то из четырех возможных цифр в записи числа будут присутствовать только три из них. Запишите в ответе только одну цифру, которой не хватает в записи этого числа в четверичной системе счисления.

В этой задаче требовалось знать правила перевода в родственных системах счисления (хотя можно решить ее и «в лоб», даже на бумаге, организовав перевод числа сначала в десятичную систему счисления и затем в четверичную).

Для решения задачи сначала записываем заданное число в двоичной системе группами по три цифры, а далее перегруппировываем их по две цифры и видим, что нет цифры 1:

$$\begin{aligned} 70625314_8 &= 111\ 000\ 110\ 010\ 101\ 011\ 001\ 100_2 = \\ &= 11\ 10\ 00\ 11\ 00\ 10\ 10\ 10\ 11\ 00\ 11\ 00_2 = 320302223030_4. \end{aligned}$$

Задание 3.

Найдите самое маленькое натуральное число, запись которого в двоичной, четверичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления содержит ровно две единицы и некоторое количество нулей. Ответ укажите в десятичной системе счисления.

Это более сложная задача на ту же тему. Надо понять, что при делении записи искомого числа в двоичной си-

стеме счисления на группы по две, по три и по четыре цифры единицы должны попасть только на последнее место в группе. Поэтому позиции соседних единиц должны отличаться на общее кратное числам 2, 3 и 4 (кратно 12). То есть самое маленькое количество нулей между двумя соседними единицами в двоичной записи искомого числа равно 11, а самое маленькое число с двумя единицами в двоичной системе имеет вид:

$$1000000000001_2 = 2^{12} + 1 = 4097.$$

Задание 4.

Сколько натуральных чисел имеют одинаковое количество значащих цифр в восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления?

Эту задачу можно было решить, составив программу. Но она поддается простому решению и в бумажном варианте. Здесь надо проследить, когда меняется количество цифр в восьмеричной системе (двузначные числа начинаются с 8, трехзначные — с 64, четырехзначные — с 512, пятизначные — с 4096) и когда меняется количество цифр в шестнадцатеричной системе (двузначные числа начинаются с 16, трехзначные — с 256, четырехзначные — с 4096). После этого становится понятным, что нас устраивают диапазоны 1–7, 16–63, 256–511, всего 311 чисел.

2.2. Задания на программирование или решение с помощью табличного процессора

В заочный тур мы включали две-три задачи, которые сравнительно легко решить, составив программу перебора некоторого набора вариантов на языке программирования или в табличном процессоре, например, в Excel.

Вот примеры таких задач.

Задание 5.

Сколько четырехзначных чисел, у которых ровно один однозначный делитель, отличный от 1?

Решение этой задачи практически невозможно без написания простейшей программы (цикл, условие и счетчик). Теоретически можно решить ее с помощью формул включения-исключения на бумаге, но практически это почти не реализуемо. Ответ: 2571.

Задание 6.

Найдите наименьшее натуральное число K , такое что:

- $K + 1$ нацело делится на 9;
- $K + 2$ нацело делится на 8;
- $K + 3$ нацело делится на 7;
- $K + 4$ нацело делится на 6;
- $K + 5$ нацело делится на 5;
- $K + 6$ нацело делится на 4;
- $K + 7$ нацело делится на 3;
- $K + 8$ нацело делится на 2.

(Подсказка — это число четырехзначное.)

Здесь также подразумевалось бесхитрое решение — написание программы.

Однако эта задача имеет и красивое решение на бумаге. Надо рассмотреть число $K + 10$ и увидеть, что оно делится на все числа 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Тогда оно долж-

но делиться и на их общее кратное 2520. Правильный ответ: 2510. За ответы 5030 и 7550 ставилась половина стоимости задачи.

В заочный тур включались и слегка модифицированные задачи из ЕГЭ — на маски подсетей, фрагменты электронных таблиц и баз данных, логические формулы, кодирование информации. С данными задачами участники справлялись достаточно хорошо.

2.3. Разные задачи

Приведем один пример задачи на кодирование информации.

Задание 7.

Клетки таблицы, в которой 8 строк и 13 столбцов, покрашены в черный и белый цвета. Изображение было построчно закодировано нолями (белый цвет) и единицами (черный цвет). Получившуюся последовательность из 104 двоичных символов перевели в шестнадцатеричную систему счисления и получили следующий результат: 904C8264932E9F278804402201. Восстановите таблицу и введите ответ.

Если аккуратно восстановить картинку, то появится арифметический пример, ответ к которому — 8.

В каждый вариант заочного тура мы включали задания на шифрование информации разными способами. Вот один из примеров:

Задание 8.

Расшифруйте сообщение, определите автора и введите его фамилию: «иЕ ысвла чоундб ееврыттреду влжио ивнт е евюгсоо юдс в,у оштуа състчаем ооще тты.в а с». Подсказка: ключ для расшифровки — 4157263.

Это вариант шифровки с перестановкой букв согласно цифрам из заданного ключа. После расшифровки получается известное высказывание К. Д. Ушинского (имя которого носит ЯГПУ): «Если вы удачно выберете труд и вложите в него свою душу, то счастье само вас отыщет».

Часть заданий заочного тура была посвящена поиску в интернете необходимой информации. В частности, мы думаем, что мало кто смог бы распознать в предыдущем примере автора высказывания, а интернет справляется с этим по нескольким первым словам. Также в вариантах теста были задания на поиск по картинке, картам и панорамам, координатам на поверхности Земли.

Задание 9.

На месте с координатами 57.6226451818 северной широты и 39.876870242 восточной долготы расположено государственное учреждение. Определите, что это за учреждение, и в ответе введите год его основания.

Ответ: ЯГПУ, 1908 (1924 тоже оценивалось).

Как уже отмечалось, мы включали в варианты заочного тура и логические задачи, которые в основном брали с многочисленных сайтов с загадками и головоломками (например, [1, 5, 8]).

Задание 10.

Имеется три одинаковых с виду автомата: «кофе», «чай» и «кофе или чай». Первый автомат всегда выдает кофе, второй автомат всегда выдает чай, а последний автомат выдает случайным образом или кофе, или чай. На автоматы навесили таблички, но при этом оказалось, что ни на каком автомате не висит правильная табличка. За какое минимальное число опытов можно установить, как правильно развесить таблички?

Правильный ответ — достаточно одного опыта. Проводим опыт с автоматом «кофе или чай». Допустим, он выдал нам чай. Тогда он всегда выдает чай, а автомат, на котором написано «кофе» выдает кофе или чай, значит, автомат, на котором написано «чай», выдает кофе.

Задание 11.

В аптеке появилась необходимость точно отвешивать на чашечных весах различные веса лекарства от 1 до 40 граммов включительно. Сначала работники аптеки решили заказать для этого 40 гирь всех возможных весов от 1 до 40 граммов. Однако оказалось, что изготовление гирь для аптечных весов стоит весьма дорого. Тогда работники аптеки сообразили, что вполне достаточно 13 гирь, из которых, например, 10 гирь весят по одному грамму, а еще 3 гири весят по 10 граммов. Далее они увлеклись придумыванием набора гирь, с помощью которого можно произвести необходимые взвешивания и при этом число гирь в котором оказалось бы как можно меньше.

Придумайте и вы свой набор с минимальным количеством гирь, с помощью которого можно отвешивать любое целое количество лекарства от 1 до 40 граммов.

Здесь большинство участников приводило ответ — 6 гирь, имея в виду представление чисел от 1 до 40 в двоичной системе счисления. На самом деле этот ответ неверен, хотя мы и оценивали его частью баллов. Здесь есть красивая нестандартная идея, что гири можно класть на разные чашки весов — и туда, где нет груза, и туда, где он находится. Это идея троично-симметричной системы счисления. В данном примере оказывается достаточным набор из четырех гирек — 1, 3, 9 и 27 граммов.

3. Примеры заданий очного тура

В очном туре задания делились на две основные категории: задачи, требующие программирования, и задачи, связанные с владением информационными технологиями.

При составлении задач на проверку алгоритмического мышления мы придерживались олимпиадного принципа и придумывали задачи таким образом, чтобы после догадки о способе решения оставалось составить довольно короткую программу. Примеры подобных авторских задач, помимо приведенных ниже, можно найти в статье [4]. При этом мы старались, чтобы условие задачи было либо веселым, либо актуальным, либо содержало интересную информацию.

При составлении заданий на использование информационных технологий мы также старались, чтобы участники при их выполнении узнавали нечто новое (например, полезные интернет-сервисы) и интересное для себя.

3.1. Задания на использование информационных технологий**Задание 12.**

Откройте файл *Результаты заочного тура.xlsx*. Посчитайте итоговый результат каждого участника. Посчитайте средний результат всех участников с точностью до сотых. Найдите номер вопроса, который по трудности (средний % набранных баллов) оказался ровно в середине, т. е. девять вопросов были легче для участников и девять вопросов были сложнее. Определите количество баллов участника, который оказался по рейтингу в итоговой таблице под номером 40.

Это задание требует знания базовых возможностей среды Excel.

Задание 13.

Дан код программы на языке Kotlin. Код программы сохранен в файле *ProgKotlin.txt*. Что выведет этот код, если его исполнить? Знание языка Kotlin для выполнения задания не подразумевается.

Здесь участники должны были найти в интернете сервис, который позволяет исполнять программы на разных языках программирования, и воспользоваться им.

Задание 14.

В папке есть файл *Диплом.doc*. Необходимо проверить дипломную работу на антиплагиат. Сохраните скриншот проверки на антиплагиат в рабочую папку. На изображении должны быть видны процент оригинальности работы и источники заимствований.

Это задание тоже подразумевает поиск и использование сервиса интернета, явно обозначенного в условии задачи.

Задание 15.

Ваш друг находится рядом с памятником котенку с улицы Лизюкова (дана картинка). Какое медицинское учреждение находится через дорогу напротив памятника?

Для выполнения этого задания надо было воспользоваться поиском в браузере по картинке, а потом подключить панораму Воронежа и ответить на вопрос задания.

Задание 16.

Найдите в интернете шаблоны для дипломов, грамот и сертификатов. Сгенерируйте с помощью онлайн-сервиса online-letters.ru красивые надписи: «ЯГПУ», «Диплом», «Грамота» и «Сертификат» и с их помощью оформите красивые шаблоны трех типов. Используя функцию слияния, созданные шаблоны документов и созданную вами в Excel таблицу с результатами заочного тура, создайте в своей папке файлы для каждого участника с документом, который отражает результаты его участия в заочном туре олимпиады. При этом дипломы должны быть оформлены лучшим 10 % участников, грамоты — 15 % следующих участников, а остальным участникам надо оформить сертификаты.

Главная цель этого задания в том, чтобы участники научились делать слияние документов.

Задание 17.

Создайте игру «Найди отличия» с помощью программы PowerPoint. Пример можно увидеть в файле *Игра.pptx*. Достаточно одного слайда без обработки старта и завершения игры, а также реализации поиска трех отличий. Для каждого найденного отличия желательно создать свою метку (звездочка в примере), показывающую, что отличие найдено.

В этом задании проверялись умение участников настраивать анимацию презентаций, а также их художественный вкус. В выданном им файле содержался образец выполнения задания.

3.2. Задания на составление программ

Задание 18. Встреча с песней.

31 января 1967 года состоялся первый выпуск передачи «Встреча с песней», которая сейчас является рекордсменом по жизни музыкальных передач в эфире советского и российского радио и телевидения. Передача имеет своеобразный формат и до сих пор популярна, особенно среди людей старшего поколения. Ее бессменным ведущим является Виктор Татарский, уже состоялось более 1400 выпусков передачи. «Встреча с песней» выходит в эфир каждую вторую, четвертую и пятую (если она есть) субботы месяца.

Одна из постоянных слушательниц программы как-то посчитала, что за период с года Y_1 по год Y_2 включительно она не пропустила ни одного осеннего выпуска этой передачи.

От вас требуется посчитать количество осенних выпусков передачи «Встреча с песней» за указанный период (будем считать, что Виктор Татарский никогда не уходил в отпуск осенью).

К большому сожалению, в начале текущего года Виктора Татарского не стало. Но любовь к его передаче так велика, что в те же даты и время, что и раньше, продолжают трансляцию его передач (теперь архивных).

Для решения надо внимательно читать текст задания. Оно не требует работы с календарем, если обратить внимание на слово «осенних». (Осенью любого года ровно 13 недель, т. е. семь нужных суббот.)

Задание 19. Мешок туфель.

За свою долгую жизнь бабушка Ляля скопила очень много вещей, в том числе целый мешок с туфлями. После увлекательного процесса перебора и подсчета туфель оказалось, что всего в мешке N штук разных туфель, из них N_1 белых, остальные черные и N_2 левых, остальные правые.

Сколько туфель наугад надо вынуть из мешка, чтобы наверняка среди них оказалась пара (левая + правая) одного цвета? Если такого гарантировать нельзя, то в ответе напишите число -1 .

Для решения надо понять, какое максимальное суммарное количество «белых левых + черных правых» и «белых правых + черных левых» туфель может быть в мешке. Если одно из этих чисел N (например, $N = 100$, $N_1 = 30$, $N_2 = 70$ или $N = 30$, $N_1 = 25$, $N_2 = 25$),

то ответ -1 (невозможно), а если это число меньше N , то ответ максимум $+1$.

Задание 20. Делимость.

Многие ученики умеют доказывать такой факт: для любого натурального числа n можно подобрать другое натуральное число, которое кратно n и имеет вид $11...10..0$. Требуется составить программу, которая по заданному натуральному числу n находит минимальное число, кратное n , десятичная запись которого начинается с какого-то количества единиц, а за ними следует некоторое количество нулей. Ответом должны быть два числа — количество единиц и нулей в найденном числе.

Идея решения задачи состоит в рассмотрении остатков от деления на n чисел вида $11...1$. Рано или поздно (не более n шагов) встретится остаток 0 или они повторятся, тогда разность этих чисел будет иметь нужный вид и делиться на n . Нужный цикл реализуется достаточно легко (в полном соответствии с алгоритмом деления чисел столбиком).

Задание 21. Рассадка Очень Важных Персон.

На церемонии открытия олимпиады подготовили N мест для Очень Важных Персон. Эти места расположены вдоль одной прямой и заданы своими координатами в возрастающем порядке. На церемонию открытия олимпиады приехали всего K Очень Важных Персон. В целях безопасности их решили разместить как можно дальше друг от друга. Требуется определить максимально возможное расстояние d , такое что расстояние между любыми двумя Очень Важными Персонами при некоторой рассадке было бы не меньше, чем d .

Целый ряд задач с подобной идеей можно найти в олимпиадах по программированию, однако их бывает трудно распознать. Это ситуация, когда обратная задача решается быстро и просто, а надо решать прямую задачу. Идея же называется «бинарный поиск по ответу» и заключается в том, что сначала мы составляем простую процедуру, которая умеет решать обратную задачу — в нашем случае это найти k по заданным N , координатам мест и d . Далее мы находим границы для ответа (в нашем случае, например, явно можно решить задачу для $d = 1$ и невозможно для d , на 1 большему, чем расстояние от первого до последнего места). Последняя часть задачи состоит в том, что на каждом шаге мы делим известный отрезок для d пополам, решаем обратную задачу для середины и отбрасываем ненужную половину отрезка. Очень быстро (для наших данных заведомо хватит 30 шагов) отрезок из длины в миллиард превратится в единичный, т. е. мы будем знать ответ.

4. Заключение

Подводя итоги, хочется отметить, что в 2020 году для участия в олимпиаде ЯГПУ для школьников по информатике и информационным технологиям зарегистрировалось около 100 участников, в 2021 году их число выросло до 170, а в 2022 — до 250. Мы надеемся, что это показатель того, что нам удалось успешно решить все задачи, стоящие перед организацией нашей олимпиады.

Список источников

1. 10 задач с собеседований в крупные компании // ADME. <https://www.adme.ru/zhizn-nauka/10-zadach-s-sobesedovaniy-v-kрупnye-kompanii-866660/>
2. Информатикс: Все курсы. Личные олимпиады. <https://informatics.msk.ru/course/index.php?categoryid=6>
3. Кокорева И. Е., Корнилов П. А., Федотова Н. П. Олимпиады по программированию и информационным технологиям для средних специальных учебных заведений // Материалы международной конференции «Чтения Ушинского». Математика и информатика, астрономия и физика, экономика и совершенствование их преподавания. Ярославль, 2019. С. 197–205.
4. Корнилов П. А., Носок С. И. Открытый командный турнир Ярославской области по программированию среди обучающихся. // Информатика в школе. 2019. № 9. С. 36–42.
5. Логические задачи и головоломки. <http://www.smekalka.pp.ru>
6. О Яндекс Контесте для администраторов. Справка. <https://admin.contest.yandex.ru/docs>
7. Плясунова У. В. Проектирование заданий с кратким ответом по информационным технологиям // Материалы международной конференции «Чтения Ушинского». Математика и информатика, астрономия и физика и совершенствование их преподавания. Ярославль, 2021. С. 206–212.
8. Тесты. Головоломки. Логические игры. <http://www.treningmozga.com>
9. Школа программиста (Сайт Красноярского краевого Дворца пионеров по обучению школьников программированию и подготовке к олимпиадам). <https://acmp.ru/index.asp?main=tasks>
10. Codeforces. Соревнования по программированию (Сайт для подготовки к олимпиадам по программированию). <http://codeforces.com>
11. Timus Online Judge. Архив задач (Сайт УрФУ по подготовке к олимпиадам по программированию). <https://acm.timus.ru/problemset.aspx>