



ОЛИМПИАДЫ, КОНКУРСЫ

М.С. Долинский, к.т.н., доцент кафедры математических проблем управления Гомельского государственного университета им. Ф.Скорины,

М.А. Кугейко, магистрант Гомельского государственного университета им. Ф.Скорины

Какими должны быть задачи на олимпиадах по информатике

С 1997 года на базе СШ №27 г. Гомеля ведется целенаправленная подготовка школьников и студентов к олимпиадам по информатике и программированию. Наряду с работой по повышению теоретической подготовки и практических навыков, описанной в предыдущих статьях, например [1-4], важную роль играет систематическая и целенаправленная подготовка заданий олимпиад по информатике всех уровней: школьной, городской, зональной (областной олимпиады для школьников 1-8 классов, которая проводится в марте-апреле каждого учебного года). Данный материал подробно описывает содержание заданий и обосновывает, почему оно выбрано именно таким. Прежде всего, было проанализировано содержание заданий международных и национальных олимпиад по информатике за последние 20 лет [5], особое внимание уделено тенденциям развития содержания заданий в последнее пятилетие. На основе этого анализа сформулированы требования к знаниям, умениям и навыкам претенден-

тов на участие в международных олимпиадах по информатике, и затем уже выстроена система заданий сверху вниз. Далее вначале приводятся результаты анализа заданий международных и национальных олимпиад по информатике, а затем раскрыта система подготовки олимпиадных заданий в Гомельской области.

Международные и республиканские олимпиады

Прежде всего, попытаемся сформулировать более строго, в каких направлениях нужно готовиться к международной олимпиаде по информатике (IOI – International Olympiad in Informatics), почему и как. Существенным образом выделяются следующие аспекты:

- Исследования и теоретическая подготовка.
- Динамическое программирование.
- Сложные структуры данных.
- Графы и деревья.
- Решение композиционных задач.
- Перебор и автоматизация тестирования.
- STL и переход на C++.
- Альтернативные подходы.

Исследования и теоретическая подготовка. Глобальное стремление авторов задач международных олимпиад – давать такие задачи, для решения которых нельзя просто, прочитав задание, сразу знать решение, если ты изучил соответствующую теорию. Они стараются придумать такие задачи, чтобы для придумывания решения было необходимо *исследовать* задачу как проблему, часто даже написать вспомогательные программы, которые облегчат это исследование. На основании этого исследования требуется выдвинуть *гипотезу* и проверить ее руками или переборным решением, и только потом писать полное решение задачи. Понятно, что чем больше теории знаешь, тем быстрее может закончиться исследование, поскольку богаче арсенал решающего. Кроме того, сам процесс изучения теории, будучи грамотно организованным, должен развивать навыки исследования решаемой задачи.

Динамическое программирование. Одним из главных для международных олимпиад методом решения задач с предварительным исследованием или без него, является динамичес-

кое программирование (рекуррентные соотношения). Вводится пространство состояний (от двух, трех и более параметров) и рекуррентная формула перехода к последующим состояниям от предыдущих (при заданных начальных), обычно задействующая несколько арифметических операций и \max/\min . Часто возникают проблемы с оперативной памятью, и приходится прибегать к «послойному просчету и хранению» или/и битовому кодированию и обработке одного или нескольких параметров состояния.

Сложные структуры данных. Как правило, простейшие решения задач довольно очевидны, однако полные баллы за задачу часто можно получить, только изменив порядок сложности вычислений решений (к примеру, перейти от сложности $O(n^2)$ к $O(n \cdot \log n)$). Универсальное средство решения подобных проблем – использование (предварительно изучив теорию и многократно применив на практике) сложных структур данных (сумматор, максимизатор/минимизатор, дерево отрезков и многие другие, полный список можно найти в соответствующем разделе курса «Методы алгоритмизации»). Еще важнее научиться *модифицировать* известные структуры данных под нужды конкретной задачи или даже *разрабатывать* новые сложные структуры данных и/или новые способы их реализации.

Графы и деревья. Графы и деревья – универсальный способ представления объектов реальных и вымышленных миров, и потому он очень часто используется в этих целях и, соответственно, в олимпиадных задачах. Для решения задач на графах и деревьях разработано огромное количество алгоритмов, в высшей степени полезно знать их и иметь навыки практического применения.

Решение композиционных задач. Часто задача на международной олимпиаде – это синтез всех или нескольких из этих тем, например: «Динамическое программирование на графах с использованием сложных структур данных после тщательного исследования проблемы». И тут появляется *новое требование* – умение писать и отлаживать решения сложных композиционных задач.

Важными также представляются три практических совета.

Перебор и автоматизация тестирования. У хорошо подготовленных участников олимпиад не должно быть случаев,

когда решение придумано, закодировано, протестировано (как потом оказывается *якобы*), а 100 баллов не берет.

Как с этим бороться?

1) Чуть медленнее и вдумчивее писать.

2) Стараться писать как можно *одинаковее* (в идеале тождественно, включая названия переменных) стандартные коды, что в некотором смысле обеспечивает «повторное использование кода».

Но, доверяя – проверяй. И как бы хорошо не была написана программа, очень желательно ее тщательно протестировать (понятно, что это тем важнее, чем сложнее в реализации задача) – идеальный вариант – перекрестное решение (алгоритмически другое) для меньших ограничений, генератор тестов и автоматическое сравнение результатов работы двух программ с остановом по ошибке. Причем это сравнение может идти в фоне, а участник может в это время работать над другой задачей.

STL и переход на C++. Часто программирование и отладка решений с использованием сложных структур данных на языке программирования Паскаль весьма и весьма трудоемки, в то же время на C++ с использованием библиотеки STL просто обеспечиваются вызовом *чужого отлаженного* многократно использованного кода. Поэтому претендентам на участие в международных олимпиадах нужно рассмотреть альтернативы:

- научиться безошибочно писать сложные структуры данных;
- перейти на C++ и получить навыки использования STL.

Поскольку не все и не всегда структуры STL работают эффективно для конкретной задачи, важно *понимать*, как выполнена реализация, чтобы знать возможные проблемы и методы их обхода.

Альтернативные подходы. Часто задачи, для которых вы придумали сложное решение (использующее, например, сложную структуру данных), может иметь более простое решение. И поэтому, даже уже после того, как вы придумали сложное решение, есть смысл потратить некоторое время на его анализ и попытки поиска более простого решения.

Республиканские и областные олимпиады. В целом задачи республиканских и областных олимпиад по информатике

формируются под влиянием как тенденций, описанных выше для международных олимпиад, так и национальных требований о 50-процентом барьере для победителей, что вынуждает существенно упрощать задания у половины решаемых задач. На сегодняшний день, можно сказать, сформировалась довольно эффективная система подготовки таких задач с учетом всех международных и национальных требований.

Городские и зональные олимпиады

Эти олимпиады интересны тем, что условия задач для них могут готовить регионы, и использовать эту возможность для:

а) целенаправленной подготовки к олимпиадам более высокого уровня;

б) более точного указания ученикам и учителям, чему и как учиться.

Опыт такой работы в Гомельской области и будет описан ниже. Прежде всего, задания и школьной, и городской олимпиад (в октябре-ноябре) составляются для *трех* возрастных групп школьников: 9-11 классы, 5-8 классы, 1-4 классы. А весной в марте-апреле, поскольку 9-11 классы исключены из участия в олимпиадах, то возрастные группы таковы: 7-8 классы, 4-6 классы, 1-3 классы.

Задачи для 9-11 классов включают в себя три группы заданий в порядке возрастания сложности (каждому ученику предлагается решать все эти задания):

1-я группа (5 задач) – «Базовое программирование»: одномерный массив, двумерный массив, геометрия, строки, жадный (на базе сортировки).

2-я группа (5 задач) – «Методы алгоритмизации»: очередь, рекурсия, рекуррентные соотношения, графы, перебор.

3-я группа (2 задачи) – «Подготовка к IOI»: это «настоящие» задачи (на одну из вышеописанных тем задач международных олимпиад по информатике или их комбинацию: исследование, динамическое программирование, сложные структуры данных, сложные задачи на графах). Такой подход, с одной стороны, позволяет с интересом участвовать тем школьникам, которые только начинают изучение информатики (1-я группа задач), с другой стороны, позволяет хорошо дифференцировать по уровню подготовки тех, кто более-менее

продолжительно занимается подготовкой к олимпиадам по информатике (2-я группа задач), при этом *точно* указывая на тематику пробелов в подготовке, и позволяя целенаправленно готовиться к олимпиадам по соответствующим темам. Наконец, третья группа задач обеспечивает «занятость» в течение всей олимпиады и интенсивный тренинг наиболее подготовленных школьников, стратегическая цель которых – подготовка к международным олимпиадам по информатике.

Задачи для 5-8 классов также включают в себя три группы заданий в порядке возрастания сложности (каждому ученику предлагается решать все эти задания):

1-я группа (5 задач): введение в программирование, одномерный массив, двумерный массив, геометрия, сортировка.

2-я группа (3 задачи): строки, текстовая задача, задача на исследование.

3-я группа (2 задачи): оригинальная задача (реализация), оригинальная задача (очередь).

При этом в первой группе задач задания выбираются простейшими для данной темы. Фактически это способ определить занимался школьник данной темой или нет, поскольку условия содержат минимум текста, а задание является стандартным для соответствующей темы.

Вторая группа заданий предназначена для дифференцирования ребят, имеющих стандартный уровень подготовки (позволяющий решать задания первой группы) по навыкам решения олимпиадных задач. Первым из таких навыков является умение разрабатывать и отлаживать собственные алгоритмы. Задание на тему строки и является таковым. Условие формулируется максимально просто. Задание понятно и малышу. Главная проблема при решении этой задачи – уметь сформулировать процесс решения задачи (алгоритм) на языке программирования. Второй важнейший навык при решении олимпиадных задач национальных и международных олимпиад – умение читать и понимать тексты условий задач, выделять главное, второстепенное и несущественное, переформулировать условия задачи в математических и/или программистских терминах. Например, одна из задач республиканской олимпиады 2010 года («Конфетный розыгрыш») после переформулирования условий звучит так: для одномерного

массива найдите разность суммы всех элементов и минимального из всех элементов. Поэтому в наших олимпиадах текстовая задача – это задача с подробно (или даже громоздко) сформулированным условием, максимально скрывающим суть проблемы и очень простым (стандартным) в реализации решением. С некоторых пор принято решение использовать в качестве текстовых задач оригинальные условия сложных задач белорусских областных и республиканских олимпиад, но с измененной целью. Например, для задачи «Спартакиада» с Белорусской республиканской олимпиады 2010 года вывести рейтинги всех учеников.

Третье важное для участника олимпиад умение – исследовать пространство решений задачи. Условие в таком случае может быть предельно кратким, что нужно сделать тоже предельно понятно. Основная проблема – придумать, как же можно получить результат. На сегодняшний день для постановки таких задач мы используем задачи международного математического конкурса «Кенгуру» для учеников 5-6 классов, переформулированные в задания на разработку программы. С одной стороны, для решения задачи необходимо будет провести исследование, а с другой – реализовать придуманное решение на языке программирования. Как правило, наши задания обобщают Кенгуру-задания, поскольку вводится параметризация – ведь входные данные являются переменными, а не константами.

И, наконец, третья группа заданий проверяет готовность школьников решать оригинальные задачи с реальных олимпиад, одна – на реализацию по одной из тем: одномерный массив, двумерный массив, геометрия, строки; другая задача – на очередь. Готовность школьника решить эти две задачи автоматически означает его переход на более высокий уровень подготовки. Кроме того, в таком случае он готов решать задачи первой группы заданий из олимпиады для учеников 9-11 классов, и дальнейшее его развитие связано с изучением основ теории по следующим темам: рекурсия, рекуррентные соотношения, графы.

Задачи для 1-4 классов также включают в себя три группы заданий в порядке возрастания сложности (каждому ученику предлагается решать все эти задания):

1 группа заданий (10 задач): включает в себя задания из раздела «Введение в программирование»: три задачи с числами, по одной с символами, строками, длинами строк, позицией символа в строке и три задачи на использование встроенных в язык программирования Паскаль функций обработки строк: DELETE, COPY, POS, соответственно удалить часть строки, скопировать часть строки и найти позицию первого вхождения одной строки в другую.

2 группа заданий (5 задач): включает в себя задания из раздела «Одномерный массив»: суммирование элементов, подсчет элементов, обладающих некоторым свойством, нахождение максимального и минимального элементов, нахождение номера элемента, обладающего заданным свойством.

3 группа заданий (5 задач): предназначена для дифференциации знаний, умений и навыков наиболее подготовленных ребят и включает в себя по одной простейшей задаче на следующие темы: двумерный массив, геометрия, строки, сортировка, текстовая задача.

Заключение

Систематическая и целенаправленная подготовка региональных олимпиад – важное средство развития олимпиадного движения в регионе. В дополнение к вышеизложенному хочется отметить, что региональные олимпиады во всех трех возрастных дивизионах проводятся в Гомельской области пять раз в учебном году: в октябре-ноябре школьная и городская для учащихся 1-11 классов, и в марте-апреле, школьная, городская и областная (зональная) для учащихся 1-8 классов. При проведении этих олимпиад используются интернет-технологии и сайт <http://dl.gsu.by>, что позволяет участвовать во всех олимпиадах не только школьникам Гомельской области, но и всем желающим. И, надо отметить, таких желающих десятки из всех областей Беларуси и г. Минска.

Литература

1. Долинский, М.С. Об опыте подготовки школьников Гомельской области к республиканским и международным олимпиадам по информатике / М.С. Долинский // Информатизация образования. – 2009. – № 1(54). – С. 29-40.

2. Долинский, М. С. Достижения, проблемы и перспективы поддержки дифференцированного обучения в ГГУ им. Ф.Скорины / М.С. Долинский [и др.] // Научный и производственно-практический журнал «Известия Гомельского государственного университета имени Ф.Скорины» – Гомель: ГГУ им. Ф.Скорины, 2008. – № 5 (50), Часть 1. – С. 149-153.

3. Кугейко, М.А. Методика и средства дифференцированного обучения программированию с «чистого листа» / М.А. Кугейко, М.С. Долинский // Сборник научных работ студентов высших учебных заведений Республики Беларусь «НИРС 2008». – Мн.: Издательский центр БГУ, 2009. – С. 143-147.

4. Долинский, М.С. Опыт использования в обучении новых информационных технологий в ГГУ им. Ф.Скорины / М.С. Долинский, М.А. Кугейко // Международная научно-практическая конференция «Веб-программирование и Интернет-технологии WebConf09», сборник материалов 8-10 июня 2009, Минск – Мн.: Институт математики НАН Беларуси, 2009. – Часть 1. – С. 48-52.

5. 20 Years of IOI Competition Tasks http://www.mii.lt/olympiads_in_informatics/htm/INFOL047.htm.

Статья поступила 07.02.2011

