



ИЗМЕНЕНИЕ ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ШКОЛЬНИКОВ К ОЛИМПИАДАМ ПО ИНФОРМАТИКЕ В ПЕРИОД «ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ» (с приложением)

Н.Н. Паньгина

*Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Лицей № 8»
г. Сосновый Бор, Россия*

Аннотация. В статье представлен опыт работы по подготовке школьников к олимпиадам по информатике в основной школе и учреждении дополнительного образования на основе авторской программы «Математические основы алгоритмизации и программирования». Рассмотрены вопросы выявления одаренных детей в области математики, информатики и программирования, поддержки их интереса и формирования должных компетенций для участия в олимпиадном движении. Высказаны предложения по внесению изменений в организацию работы по подготовке школьников к олимпиадам в период «цифровизации образования».

Ключевые слова. Цифровизация образования, алгоритмизация и программирование, олимпиады по информатике.

Благодарность. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-14141.

CHANGING APPROACHES TO ORGANIZING WORK IN PREPARING SCHOOLCHILDREN FOR OLYMPIADS IN COMPUTER SCIENCE DURING THE PERIOD OF "DIGITALIZATION OF EDUCATION"

N.N. Pangina

Municipal budgetary educational institution "Lyceum No. 8", Sosnovy Bor, Russia

Abstract. The article presents the experience of preparing schoolchildren for Olympiads in informatics in a basic school and an institution of additional education based on the author's program "Mathematical Foundations of Algorithmization and Programming". The issues of identifying gifted children in the field of mathematics, computer science and programming, supporting their interest and the formation of proper competencies for participation in the Olympiad movement are

considered. Proposals have been formulated to amend the organization of work to prepare schoolchildren for the Olympiads during the period of "digitalization of education".

Keywords. Digitalization of education, algorithmization and programming, Olympiads in informatics.

Acknowledgments. The reported study was funded by RFBR, project number № 19-29-14141.

Введение

Решения олимпиадных задач всех этапов олимпиад по информатике, начиная с муниципального и заканчивая международным уровнем, базируются на вполне определенных алгоритмах, широко известных в математике и информатике. И чтобы успешно решать олимпиадные задачи, необходимо прежде всего освоить эти алгоритмы, увидеть их и умело применить в предлагаемых заданиях, а уж если не знаешь, то суметь их придумать, изобрести. Но знакомство с этими алгоритмами чаще всего происходит только в вузе, и это вполне объяснимо, так как освоение этих алгоритмов требует знания некоторых разделов высшей математики [1].

Подготовить школьников к успешному выступлению на олимпиадах по информатике, которые являются по сути олимпиадами по программированию, можно, но только при условии, что школьники занимаются математикой и информатикой дополнительно.

Неслучайно выдающиеся школьники в области информатики занимались столь же успешно и математикой:

- Виктор Баргачев, 2-кратный абсолютный чемпион мира по информатике среди школьников, был призером Международной олимпиады по математике (серебряная медаль);
- Николай Дуров, 4-кратный призер Международных олимпиад по информатике - обладатель двух золотых медалей Международных олимпиад по математике;
- Геннадий Короткевич, самый титулованный на сегодняшний день программист мира, занимающий первое место в рейтинге сильнейших кодеров по версии Codeforces, - обладатель диплома I степени международной олимпиады по математике IMC-2017.

Но только школьных знаний совершенно недостаточно для того, чтобы побеждать на олимпиадах высокого уровня, тем более что олимпиада по информатике с течением времени сильно усложнилась и требует специальной серьезной подготовки. Встает вопрос: «Так каким же образом готовить школьников к олимпиадам разного уровня по информатике и программированию?»

Становится очевидным, что для успешного выступления на олимпиадах различного уровня необходимо разработать систему подготовки учащихся. На помощь в решении данной проблемы должна прийти внеурочная деятельность в школах (кружки, факультативы и спецкурсы), а также учреждениях дополнительного образования, в которых есть специальные образовательные программы для работы с одаренными детьми и подготовки их к олимпиадам.

На примере авторской программы представим организационно-педагогическую модель подготовки школьников к олимпиадам по информатике в виде следующей таблицы.

Таблица 1 – Схема организационно-педагогической модели подготовки школьников к олимпиадам по информатике

Этапы реализации	1	Этап выявления одаренных школьников посредством анализа результатов обучения их на пропедевтических курсах и участия в конкурсных мероприятиях
	2	Этап сопровождения и обучения одаренных школьников в школах или в учреждениях дополнительного образования по специальной углубленной программе «Математические основы алгоритмизации и программирования»
	3	Этап проверки уровня освоения программы школьниками путем анализа результатов участия их в разного уровня олимпиадах по информатике и программированию, а также путем самооценки их личностного развития
Уровни реализации	1	Интеграция предметных модулей внутри образовательного учреждения
	2	Система сетевого взаимодействия с образовательными организациями
	3	Использование современных подходов к отбору содержания, форм и методов работы, направленных на формирования не только предметных, но и межпредметных, и метапредметных компетенций учащихся
Информационные ресурсы	1	Пропедевтические курсы: «Основы программирования на Scratch», «Школа юного программиста», «Математика на компьютерах»
	2	Вэб-сайты для участия школьников в конкурсных мероприятиях: а) всероссийский конкурс по математике «Кенгуру» - https://mathkang.ru ; б) международный конкурс по информатике «Бобер» - http://bebras.ru ; в) международный конкурс по применению ИКТ в естественных науках, технологиях и математике «Конструируй. Исследуй. Оптимизируй» («КИО») - http://kio-nauka.ru .
	3	Программа подготовки школьников к олимпиадам по информатике «Математические основы алгоритмизации и программирования» с авторским сборником задач
	4	Вэб-сайты с автоматизированной системой проверки решений задач, написанных на разных языках программирования (informatics.msk.ru, acmp.ru, codeforces.com, acm.timus.ru и др.)

1. КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ВЫЯВЛЕНИЮ И РАЗВИТИЮ ОДАРЕННЫХ ДЕТЕЙ В ОБЛАСТИ МАТЕМАТИКИ, ИНФОРМАТИКИ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Выявление одаренных детей в предметной области «Математика и информатика» желательно начинать еще в начальной школе, накопив статистику по результатам участия ребят в предметных олимпиадах, соответствующих их возрасту. Раннему выявлению одаренных детей также способствует привлечение младших школьников к участию в различных дистанционных конкурсах математической и алгоритмической направленности, таких как всероссийский конкурс «Кенгуру», в котором ежегодно принимают участие более миллиона школьников, международные конкурсы «Бобер» (проводится в 60 странах мира, основателем которого является Валентина Дагене, автор некогда популярной книги «100 задач по программированию») и «Конструируй. Исследуй. Оптимизируй» («КИО») (проводится с целью знакомства школьников с профессиональным использованием информационных технологий (ИТ) в различных областях знания и с целью развития интереса школьников к научно-исследовательской деятельности). Дети, успешно проявившие себя в этих конкурсах, как правило, достигают высоких результатов и в обучении математике и информатике.

Дальнейшее развитие и поддержку выявленных способных ребят необходимо осуществлять и в школе, и в соответствующем учреждении дополнительного образования.

Работу с одаренными детьми на протяжении многих лет автор статьи вела как в школе в качестве учителя информатики в физико-математических классах Лицея, так и с в Центре информационных технологий (ЦИТ) в качестве педагога дополнительного образования.

Одним из важных направлений деятельности учреждения дополнительного образования является работа в предметной области «Математика и информатика», которая решает, к тому же, и некоторые общие проблемы образования, такие как:

- недостаточное количество учебных часов информатики в учебных планах общеобразовательных учреждений (ОУ) на базовом уровне;
- отсутствие направления «программирование» в рамках предмета «Информатика и ИКТ» в некоторых ОУ;
- не все ОУ располагают возможностями (материально-техническими и ресурсными) для осуществления индивидуальной работы с одаренными детьми по выше обозначенным предметам.

Благодаря пропедевтическим курсам «Основы программирования в среде Scratch», «Школа юного программиста» (основы программирования на языке Python 3.*) и «Математика на компьютерах» (разработан на базе авторского цифрового образовательного

ресурса из Единой коллекции ЦОР [2]), как правило, выявляется группа детей, одаренных в области математики и информатики, с которыми можно работать дальше, – заниматься по авторской программе подготовки к олимпиадам по информатике «Математические основы алгоритмизации и программирования».

Процесс познания олимпиадной тематики у школьников протекает поэтапно следующим образом.

1. **Этап неосознанной некомпетентности.** Первоначально на курс по решению олимпиадных задач приходит довольно много детей. Этому способствуют как учителя, рекомендующие детям опробовать свои знания в олимпиадном движении, так и заинтересованные родители, полагающие, что для победы на олимпиаде достаточно быстро получить и освоить необходимые алгоритмы.
2. **Этап осознанной некомпетентности.** Сталкиваясь с незнакомой тематикой, терминологией, имея недостаточный уровень алгоритмического мышления, а также упорства и трудолюбия, многие школьники предпочитают сменить интересы и остаться в рамках доступных школьных достижений.
3. **Этап осознанной компетентности.** В данный этап познания вступают те школьники, которые почувствовали интерес к программированию и ощутили вкус к решению олимпиадных задач. Они освоили основные необходимые для олимпиад муниципального и регионального уровней алгоритмы: целочисленной арифметики, комбинаторики, вычислительной геометрии, переборные и рекурсивные способы решения задач, метод динамического программирования и некоторые алгоритмы из теории графов. Закреплению этих знаний способствует решение в большом количестве задач на различных сайтах по выделенным тематикам как в составе группы под руководством преподавателя-наставника, так и самостоятельно.
4. **Этап неосознанной компетентности.** Этого этапа достигают лишь «зрелые» олимпиадники, способные увидеть (предугадать) эффективный алгоритм (совокупность алгоритмов) уже на стадии прочтения и последующей формализации вербального условия задачи. Классические стандартные алгоритмы (например, поиск кратчайшего пути в графе), эвристические методы («жадные» алгоритмы), универсальные формулы (например, взаимного расположения геометрических объектов в пространстве), типовые структуры данных (стеки, очереди) и др. отработаны у них до автоматизма. Именно эти школьники становятся призерами и победителями разного уровня олимпиад по информатике и программированию.

1.1. Первый уровень комплексного подхода – интеграция предметных модулей внутри образовательного учреждения

Как реализуется интеграция предметных модулей внутри учреждения? Основной модуль – информатика (раздел «программирование», которого в базовом курсе практически нет, а в профильном требуется расширение и углубление данного раздела, рис.1).



Рисунок 1 – Интеграция предметных модулей внутри учреждения

Работа с одаренными детьми в области информатики начинается с пропедевтических курсов:

- **«Основы программирования в среде Scratch».** Этот курс (64 часа) предназначен для изучения в начальной школе основ алгоритмизации и программирования в анимационной мультимедийной среде, где ребенок учится создавать как групповые, так и индивидуальные творческие проекты.
- **«Математика на компьютерах» для 5-6 классов.** Этот курс (64 часа) базируется на использовании авторского информационного источника сложной структуры (ИИСС), размещенного в Единой коллекции ЦОР. Он поддерживает практически все темы математики, включая развивающие логические задачи: на переливание, на переправу, ханойские башни. Данные задачи служат предтечей последующего знакомства с алгоритмами: решения диофантовых уравнений, поисками пути в графе, рекурсией. Данный переход нагляден на примере задачи переливания.

Задача. Разлить молоко из ведра 12 л на две равные части, пользуясь только сосудами в 7 л и 5 л. Следующий алгоритм (рис. 2) всегда приводит к решению (если оно существует) подобных задач:

- 1) В первый сосуд, если он пуст, наливаем +
- 2) Из второго сосуда, если он полон, выливаем -
- 3) Из первого сосуда переливаем во второй.
- 4) Повторяем шаги 1-3, пока объем содержимого в двух сосудах не станет равно искомому.

Подсчитывая количество «наливаний» для одного сосуда и «выливаний» для другого, находим решение соответствующего диофантова уравнения (для задачи это уравнение $7x + 5y = 6$).

ведро												
7л	0	7	2	2	0	7	4	4	0	7	6	+3
5л	0	0	5	0	2	2	5	0	4	4	5	-3
ведро												

Рисунок 2 – Табличное представление алгоритма переливания

Математика объективно является одной из самых сложных школьных дисциплин и вызывает субъективные трудности у многих школьников. В то же время имеется большое число учащихся с явно выраженными способностями к этому предмету. Разрыв в возможностях восприятия курса учащимися, находящимися на двух "полюсах", весьма велик. Данный ЦОР призван в целом отойти от традиционных форм обучения математике и следовать современной парадигме образования: включения каждого ученика в активную и эффективную учебно-познавательную деятельность при использовании средств ИТ.

- **«Школа юного программиста».** Этот курс (64 часа) предназначен для изучения на раннем возрастном уровне языка программирования. Сначала это был QBasic, переходящий в VisualBasic, затем PascalABC.NET, переходящий в Delphi или Lazarus, в настоящее время – Python 3.* с элементами объектно-ориентированного программирования.

Заинтересованные дети определяют для себя выбор следующих курсов, на которых они будут готовиться либо к олимпиадам по информатике и программированию, либо просто изучать язык программирования, чтобы создавать какие-то программные разработки, которые можно представлять на различных конкурсах или научно-практических конференциях.

- **«Математические основы алгоритмизации и программирования»** – трехгодичный курс (256 часов) для подготовки школьников к олимпиадам по информатике и программированию.
- **«Программирование на языках Delphi, Python, C#, C++, Java»** – одно- и двухгодичные курсы (64 часа, 96 часов или 128 часов) для обучения школьников основам профессионального программирования.

1.2. Второй уровень комплексного подхода – система сетевого взаимодействия

Второй уровень по реализации проекта с одаренными детьми – это сетевое взаимодействие с образовательными организациями (рис.3).



Сетевые партнеры по выявлению и поддержке одаренных детей

Рисунок 3 – Модель сетевого взаимодействия

Первые сетевые партнеры – это школы и учреждения дополнительного образования. Для целенаправленной подготовки учащихся к олимпиадам по информатике в школах и других образовательных учреждениях отбираются те учащиеся, с которыми можно вести последующую работу.

Большую роль в работе с одаренными детьми Ленинградской области играет Областной центр развития творчества одаренных детей и юношества «Интеллект». Образовательные учреждения ежегодно дают рекомендации по направлению способных и талантливых детей в сфере математики и информатики для обучения на сессиях и учебно-тренировочных сборах (УТС) «Интеллекта» (две сессии в учебном году длительностью 6 дней путем погружения в выбранное направление, УТС – 3-4 дня подготовки к соответствующей олимпиаде).

Более пяти лет в Российской Федерации функционирует Образовательный центр «Сириус», созданный Образовательным Фондом «Талант и успех» в городе Сочи. Ежемесячно в «Сириус» приезжают 800 детей в возрасте 10-17 лет из всех регионов России. Образовательная программа рассчитана на 24 дня и включает как занятия по специальности, так и развивающий досуг, мастер-классы, творческие встречи с признанными в своих областях профессионалами. Прежде чем попасть в «Сириус», школьники осваивают дистанционные курсы по обучению азам программирования и алгоритмизации, а затем

проходят конкурсный отбор путем решения задач по информатике и программированию. Конечно, это под силу лишь способным и трудолюбивым школьникам.

Сотрудничество с известными вузами в области информатики и программирования дает большой плюс в работе с одаренными школьниками. С введением единого государственного экзамена (ЕГЭ) не только в качестве выпускного, но и как вступительного в вузы, многие ведущие университеты и институты обеспокоились по поводу качественного состава абитуриентов. Возможность получить «своего» студента – это организация вузовских олимпиад [3].

- Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ) ежегодно проводит олимпиады по разным предметам (сейчас в дистанционной форме, а ранее в очной форме на базе образовательного учреждения, в том числе и первый тур по информатике). Те, кто прошел во второй тур, уже очно участвуют в олимпиаде в самом университете и, если получают диплом олимпиады, то гарантированно обеспечивают себе поступление в СПбГУ на соответствующие факультеты без экзамена.

- Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет (СПбГЭТУ «ЛЭТИ») ежегодно проводит тестирование по математике, информатике и физике, как отборочный тур олимпиад по данным предметам, очные олимпиады проводятся в дальнейшем в самом университете. Диплом олимпиады также обеспечивает поступление в вуз без экзамена.

- Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО) ежегодно проводит олимпиады по программированию и по информационным технологиям в дистанционной форме (первый этап), а затем очный этап проходит в самом вузе. Диплом 1-й степени этих олимпиад гарантирует поступление во все профильные вузы без экзаменов, диплом 2-й, 3-й степеней – 100 баллов ЕГЭ по информатике.

Учащиеся регулярно участвуют в вузовских олимпиадах, некоторые из них награждаются дипломами, тем самым обеспечивая себе поступление в вуз. Такая возможность мотивирует учащихся заниматься олимпиадной тематикой. В связи с актуализацией и активизацией вузовского олимпиадного движения все острее встает проблема подготовки «ученика-олимпиадника». И решение данной проблемы должно начинаться с подготовки учителя в части текущего анализа олимпиадных задач и классификации их с точки зрения поддержки различных стилей мышления. Задачи (на примере олимпиады СПбГУ) можно

разделить условно на 3 группы по степени задействования конвергентного и/или дивергентного типа мышления.

1) Задачи, предусматривающие в решении применение «стандартных» алгоритмов (рекурсия, «динамика», графы и т. п.), например:

Задача. Даны N различных символов, $1 < N < 9$, каждый из которых представляет собой букву латинского алфавита. Напишите программу, формирующую все возможные «слова» (комбинации букв) длиной N букв, получаемые перестановкой заданных символов.

Идея решения. Типичная рекурсивная задача. Решение – вызов рекурсивной функции, устанавливающей (на глубине вложенности i) каждый из свободных символов на i -позицию в строке и дальнейший вызов этой функции для оставшихся свободных (не задействованных на прежних шагах) символов.

2) Задачи, для эффективного решения которых требуются дополнительные знания из дисциплин профильного вуза, например:

Задача. Дано целое число n . Найдите такой радиус r от 1 до n с центром в точке $(0, 0)$, для которого точек с целыми координатами на окружности как можно больше.

Чтобы решить данную задачу, неплохо пополнить «знанийный багаж» об арифметике гауссовых чисел в Интернете – статья «Окружности на решетках» (<http://www.iam.khv.ru/articles/Ustinov/emath11.pdf>).

3) «Нестандартные» задачи. Такие задачи способствуют повышению уровня развития креативности учащихся, поиску решений на основе выдвижения гипотез и коллегиального обсуждения, формированию стиля мышления, направленного на самостоятельную генерацию знаний. При работе в команде наиболее эффективен метод «мозгового штурма». Пример такого типа задачи:

Задача. Двенадцать друзей попали в плен к сумасшедшему профессору. Профессор согласен отпустить их, если они пройдут испытание. На столе лежат в ряд двенадцать карточек: сверху они все одинаковые, а на нижних сторонах написаны имена друзей, каждое на своей карточке. Профессор выбирает одного из друзей – испытуемого – и отводит к столу. Если испытуемый найдёт своё имя, открыв по одной (в любом порядке) не более шести карточек, то все друзья будут свободны. Если же, открыв шесть карточек, испытуемый так и не увидит своё имя – лучше даже не думать о последствиях. У друзей есть программируемый робот, который может незаметно подобраться к столу, посмотреть на все карточки с обеих сторон и, возможно, поменять местами какие-то две из них. К сожалению, робот не может передать увиденное друзьям, иначе обман раскроется. Напишите программу для робота и придумайте, как действовать испытуемому, чтобы друзья гарантированно оказались на свободе.

Идея решения. Сопоставим именам числа от 1 до 12, и исходные карточки тоже пронумеруем от 1 до 12. Человек, который подходит к столу, первым делом открывает карточку со своим номером. Затем, если там не его имя, открывает карточку с номером, соответствующим открытому имени, и т.д., то есть последовательность открывания такая: $i, A[i], A[A[i]], \dots$. Последовательность рано или поздно заикнется. Но может оказаться, что цикл будет длиной 7 или более, и это плохо. Здесь-то и поможет робот. Видя все карточки, робот найдёт первый цикл длиннее 6 и замкнёт его, поменяв шестую карточку. Понятно, что в последовательности из 12 элементов не может быть двух циклов длиннее 6, поэтому достаточно только одной замены.

2. ПОДГОТОВКА ШКОЛЬНИКОВ К ОЛИМПИАДАМ ПО ИНФОРМАТИКЕ И ПРОГРАММИРОВАНИЮ ПО АВТОРСКОЙ ПРОГРАММЕ «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АЛГОРИТМИЗАЦИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ»

Благодаря пропедевтическим курсам и результатам участия в тематических конкурсах и олимпиадах выявляется группа детей, одаренных в области математики и информатики, с которыми можно начать заниматься по программе подготовки к олимпиадам по информатике «Математические основы алгоритмизации и программирования».

2.1. Общие сведения о программе

Основная идея, заложенная в программу «Математические основы алгоритмизации и программирования», – **преемственность** в обучении на разных этапах реализации программы, ориентированность на **личностное развитие и самоопределение** обучающихся.

Объём данной программы 256 часов (три года обучения), она предназначена для обучающихся 13 – 17 лет. На данном возрастном этапе важно пробудить в ученике желание творчески подойти к поставленной задаче, дать ему возможность высказать свое мнение и обсудить с другими учениками разные подходы и методы ее решения.

Основная цель программы заключается в том, чтобы ознакомить школьников с математическими основами основных разделов информатики – алгоритмизации и программирования, обучить приемам работы профессионального программиста с умением выбирать наиболее подходящий язык программирования для каждого конкретного случая, прививать интерес к самостоятельному поиску решения олимпиадных задач, способствовать развитию творческих способностей школьников в области технической направленности.

Отличительной особенностью данной программы является интеграция двух предметов: математики и информатики.

Каждая тема курса «Математические основы алгоритмизации и программирования» сопровождается обширной практической частью, где учащийся сначала сам составляет программу по разобранному алгоритму, затем самостоятельно проводит отладку (тестирование) данной программы, последовательно исправляя выявленные ошибки и доводя программу до рабочего варианта. При реализации данной программы в полной мере применяется **метод развивающего обучения**, когда ученику ставятся задачи на анализ, сравнение, поиск и исследование. Решение таких задач предполагает перенос усвоенных знаний и умений на другие ситуации и в другие области.

2.2. Организация процесса обучения по программе

Комплектация группы учащихся на первый год обучения осуществляется по принципам открытости и добровольности, но на конкурсной основе.

Прежде чем приступить к занятиям по данному курсу учащиеся должны знать хотя бы один из языков программирования высокого уровня: Python или Pascal, C++ или Java, понятие алгоритма, свойства алгоритмов и способы их записи.

Наполняемость в группе первого года обучения составляет 10-12 человек. На втором и третьем годах обучения происходит уменьшение числа учащихся, что объясняется увеличением объема и сложности изучаемого материала.

При работе на конкретный результат (то есть при подготовке к муниципальному, региональному или заключительному этапу Всероссийской олимпиады) допускается численность группы от 3 до 6 человек. Эти занятия уже представляют собой тренировки, и тут преподаватель больше выступает в роли тренера, а не учителя.

Форма организации образовательной деятельности обучающихся: индивидуально-групповая, индивидуальная, групповая, командная (команда – 3 человека).

Занятия групп первого года обучения проводятся по 2 часа в неделю (64 часа в год), второго и третьего года обучения – по 3 часа в неделю (96 часов в год).

В процессе обучения проводится систематическая диагностика знаний, умений и навыков. Формы проведения контроля психологически щадящие. Отсутствует традиционная оценка в журнал. Оценка выражается в доброжелательной форме (как положительная, так и указывающая на недостатки в работе). Для определения результативности используются разные способы: устный опрос и компьютерное тестирование, анализ текущих работ по решению задач и анализ результатов проведенных конкурсов (соревнований), отслеживание творческих достижений коллектива и отдельных обучающихся. Обучение по программе осуществляется в очной форме.

2.3. Содержательная линия программы

Данная программа (в содержательной части) включает основы тех разделов математики и информатики, которые либо недостаточно изучаются в школьном курсе, либо не изучаются вовсе. Восприятие материала таких разделов требует от школьника значительных умственных усилий, умения задавать вопросы, вступать в диалог с учителем, а порой и в полемику, отстаивая свою точку зрения на решение той или иной задачи. Все это способствует развитию критического мышления, помогает развивать аналитический ум, вырабатывать нужные в практической деятельности черты характера: целеустремленность, настойчивость и упорство. Содержание программы учитывает психолого-физиологические возрастные особенности учащихся. У подростков и юношей мышление становится систематизированным, последовательным и зрелым. Улучшаются способности к абстрактному мышлению, логическим рассуждениям и доказательствам.

Для эффективности дифференцированного обучения используются элементы *модульной технологии*. Действительно, при модульном обучении каждый ученик включается в активную и эффективную учебно-познавательную деятельность. Здесь идет индивидуализация контроля, самоконтроля, коррекции, консультирования степени самостоятельности.

Какие темы необходимо изучать на занятиях по подготовке к олимпиадам? Основные темы подготовки школьников к олимпиадам по информатике на основе авторской программы «Математические основы алгоритмизации и программирования» изложены в [4].

Выделяются следующие группы алгоритмов:

1. Алгоритмы теории чисел

- 1.1. Алгоритмы над целыми числами (Делимость. Алгоритм Евклида с вычитанием. Деление с остатком. Алгоритм Евклида с делением. Простейшее диофантово уравнение. Один из алгоритмов поиска частного решения диофантова уравнения. Общий алгоритм решения диофантова уравнения. Использование рекуррентного соотношения. Простые числа. Решето Эратосфена. Простые делители числа).
- 1.2. Арифметика остатков (Модульная арифметика. Китайская теорема об остатках).
- 1.3. Длинная арифметика (Позиционная запись натуральных чисел. Алгоритмы перевода p -ичной записи натурального числа в q -ичную. Чтение, запись и хранение длинных чисел. Алгоритм сложения двух длинных чисел. Алгоритм сравнения двух длинных чисел. Алгоритмы умножения и деления длинного числа на целое).

2. Рекурсивные алгоритмы

- 2.1. Рекурсия (Понятие рекурсии. Стековая форма организации памяти. Рекурсивные рисунки. Фракталы и фрактальные множества. Перебор с возвратом. Поиск путей из лабиринта. Рекурсивный алгоритм поиска «в глубину»).
- 2.2. Рекуррентные соотношения (Числа Фибоначчи. Рекуррентные формулы).

3. Алгоритмы сортировки

- 3.1. Простейшие алгоритмы сортировки (Сортировка обменом – метод «пузырька». Сортировка выбором – метод поиска последовательных минимумов).
- 3.2. Более сложные алгоритмы сортировки (Рекурсивный алгоритм в сортировке. Быстрая сортировка Хоара. Сортировка подсчетом).

4. Комбинаторика и теория вероятностей

- 4.1. Переборные алгоритмы (Понятие перебора вариантов. Линейный перебор. Перебор пар и троек во вложенных циклах. Перебор с отсечениями. Перебор с возвратом - backtracking).
- 4.2. Базовые идеи комбинаторики (Перечисление подмножеств. Размещения и сочетания. Перестановки. Генерация перестановок).

4.3. Метод Монте-Карло (Понятие статистического моделирования. Общая схема метода Монте-Карло).

5. Логика

5.1. Основы булевой алгебры (Булевы функции. Законы булевой алгебры. Таблицы истинности и СДНФ - совершенная дизъюнктивная нормальная форма).

5.2. Алгебра логики (Общие сведения. Логические функции. Формализация высказываний. Логические задачи).

6. Динамическое программирование

6.1. Основные принципы метода (Основные принципы метода динамического программирования. Граничные условия и основная функция).

6.2. Примеры и задачи на динамику (Линейная динамика и двумерная динамика).

7. Теория графов

7.1. Классические идеи теории графов (Основные определения. Циклы и пути. Эйлеровы циклы. Планарность).

7.2. Алгоритмы теории графов (Поиск в глубину. Поиск в ширину. Алгоритм Флойда. Алгоритм Дейкстры).

8. Вычислительная геометрия

8.1. Основные геометрические понятия (Системы координат и векторы. Скалярное и векторное произведение. Уравнения прямой и окружности на плоскости).

8.2. Отношения между геометрическими объектами (Параллельность и перпендикулярность. Расстояние и площадь. Точка внутри или снаружи многоугольника, справа или слева от прямой).

8.3. Выпуклая оболочка (Алгоритмы Джарвиса и Грэхема для построения выпуклой оболочки).

Обучение школьников по программе «Математические основы алгоритмизации и программирования» способствует реализации их потенциальных способностей в области информатики и информационных технологий, накоплению «портфолио» ученика. Конечно, не все обучающиеся становятся победителями и призерами разного уровня олимпиад по информатике и программированию, но, изучая сложные алгоритмы, ребята постепенно овладевают приемами профессионального программирования и создают собственные программные продукты. Большим стимулом для школьников является участие в конкурсах и научно-практических конференциях, где они могут продемонстрировать результаты своего учения.

Данная программа также дает возможность ориентировать учащихся на выбор профессий, связанных с компьютерами, программированием и новыми ИТ, широко востребованными в настоящее время на рынке труда.

3. НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА СИСТЕМУ ОБРАЗОВАНИЯ

С течением времени ситуация в образовании вообще и в информатике в частности очень сильно поменялась: задачи на различных олимпиадах по информатике усложнились, стала требоваться специальная серьезная подготовка с так называемыми «играющими тренерами», теми студентами (аспирантами или специалистами), кто сам участвовал в подобных олимпиадах и умеет быстро вникать в условие задачи, тут же демонстрировать нужный алгоритм. Но привлечь бывших «олимпиадников» к подготовке школьников практически не удастся. Несмотря на близость Ленинградской области к Санкт-Петербургу, это все-таки другой субъект федерации, и таких возможностей как в Санкт-Петербурге у Ленинградской области, к сожалению, нет.

Несколько лет Ленинградская область возвращалась с заключительного этапа Всероссийской олимпиады по информатике без дипломов, несмотря на высокий интеллектуальный потенциал детей.

Актуальным на сегодняшний день является приобретение *новых знаний* и освоение *новейших технологий*. Критерии оценки международных исследований определяют новую парадигму школьного образования, суть которой заключается в том, чтобы помочь человеку в достижении успеха через выявление его таланта и успешной самореализации в любимом деле. Занимаясь тем, что ему интересно, ребенок *сам* стремится узнать больше. Мотивация превращается в *самотивацию*, в результате чего принуждение к учебе становится излишним. В результате ребенок оказывается способен не только достичь вершин мастерства, но и предложить новые идеи, инновации.

Однако, результаты современной модернизации в образовании не носят осязаемого прорывного характера. В целом (как показывают результаты международных исследований TIMSS-2019 [5]), в российской школе продолжает делаться упор на освоение объема знаний, межпредметные связи ограничиваются узкими рамками, недостаточно развита система подготовки высококлассных педагогов, внедрение новых образовательных программ перегружено обязательной отчетностью.

Реформаторский мейнстрим в образовании – максимально быстрое копирование успешных зарубежных, прежде всего, американских образцов, в частности, в направлении создания:

- интегрированной естественнонаучной программы STEM для дисциплин Science, Technology, Engineering, Mathematics для развития научно-технического творчества, робототехники, исследовательской и проектной деятельности обучающихся;
- программы "Цифровая экономика" (Digital Economy в США) по подготовке IT-специалистов в сфере информационно-коммуникационных технологий, для развития социально-экономической сферы, бизнеса и управления.

Работа с одаренными школьниками, ориентированными на участие в олимпиадном движении, в эти направления не вписывается. Но в Федеральной целевой программе развития образования на 2016–2020 годы, которая утверждена Постановлением Правительства РФ от 23.05.2015 № 497, говорится о развитии эффективной системы дополнительного образования детей, которая и должна помочь решить данную проблему.

Преимущества такой модели заключаются в предоставлении широкого выбора для ребенка на основе спектра направлений детских объединений по интересам, возможности свободного самоопределения и самореализации ребенка, привлечении к осуществлению внеурочной деятельности квалифицированных специалистов, а также практико-ориентированная и деятельностная организация образовательного процесса, основанная на использовании новых средств и методов в период «цифровизации российского школьного образования».

Особенность современного поколения – «поколения Z» или «цифровых аборигенов» – умение жить в огромном потоке информации и самостоятельно приобретать знания. Они многозадачны, умеют легко переключаться с одной задачи на другую. В большинстве своем они визуалы, их клиповое мышление гиперссылочно – это именно то, как представлена информация в компьютерах. И все эти особенности являются очень важными факторами. Поэтому необходимо изменить подход к обучению детей, показывающих высокие результаты в конкурсах и олимпиадах, ориентируясь на *самостоятельность учащихся* и на *множество полезных цифровых образовательных ресурсов*.

Для обеспечения благоприятных условий поддержки и развития одаренных детей (особенно в сложный эпидемиологический период) наиболее подходящей является педагогическая *технология смешанного обучения (Blended Learning)*. Смешанное обучение складывается из

- традиционного прямого личного взаимодействия участников образовательного процесса (face-to-face);
- самообразования и взаимодействия, опосредованного компьютерными телекоммуникационными технологиями и электронными образовательными онлайн ресурсами (on-line и off-line).

3.1. Преимущества смешанного обучения

Смешанное обучение совершенно очевидно согласуется с концепцией модернизации современного образования посредством предоставления ученикам новых образовательных возможностей. Выделяют два основных подхода к обучению, которые успешно реализуются в «Blended Learning» [6]:

- **Персонализированный** подход к обучению, при котором каждый ученик имеет возможность двигаться в процессе учебы по собственной траектории, в своем ритме, следуя своим интересам.
- **Компетентностно-ориентированный** подход, при котором учащиеся должны продемонстрировать владение предметом, в том числе применение или создание знаний, навыков или умений, перед тем как перейти к следующему этапу, выстраивая собственную траекторию развития.

К преимуществам смешанного обучения относят следующие факторы:

- автоматизация учебного процесса;
- постоянный доступ к учебным материалам и регистрации результатов учебной деятельности учеников;
- непрерывный мониторинг прогресса познавательной деятельности со стороны преподавателя и объективность контроля;
- гибкость (самостоятельное изучение теоретического материала в индивидуальном темпе с последующей активной коммуникативной деятельностью на занятиях в классе);
- развитие критического мышления и способности к автономной деятельности, направленной на поиск необходимого материала, анализ, обобщение, использование информации в своих целях;
- информационная доступность и множественность применения материалов;
- учет индивидуальных особенностей учащихся (тип высшей нервной деятельности, когнитивные способности и др.).

3.2. Оптимизация учебного процесса при использовании ЦОР и реализация развивающего характера обучения

Осуществить оптимизацию учебного процесса с применением цифровых образовательных ресурсов позволяет следующее:

- Использование ЦОР вызывает активность самоорганизации учеников, позволяет согласовать содержание и формы обучения с интересами школьников, увязать темп, ритм и сложность обучения с возможностями каждого индивидуума.

- Подключение одновременно нескольких каналов представления информации усиливает ее информативную емкость, способствует лучшему усвоению учебной программы. Благодаря мультимедийному сопровождению занятий экономится до 30% учебного времени.
- Использование тестов и разнообразных программ-тренажеров, основанных на генераторах случайных чисел, позволяет в полной мере реализовать многовариантность заданий для учащихся, тем самым облегчает работу учителя при подготовке самостоятельных работ и оценивании знаний учащихся.

Многие ЦОР содержат интерактивный процесс («шаг за шагом») формирования новой исследовательской задачи. Это помогает педагогу разнообразить стандартный набор задач, включенных в содержательную часть модуля, облегчает подготовку дидактических материалов занятия, поддерживающих самостоятельную работу учащихся учебного и исследовательского характера.

Принципиально меняется и роль учителя в учебном процессе. В традиционной системе обучения предполагалось, что ученик является потребителем информации от учителя, из учебника и т.п. Намного эффективней является метод развивающего обучения, где задача учителя – мотивировать учащихся, организовывать освоение учениками знаний, умений и навыков преимущественно в форме деятельности. Процесс обучения должен быть нацелен на общение или взаимодействие при решении проблемных задач, что развивает мышление учащихся, формирует у них умение самостоятельно приобретать и применять знания. По утверждению академика А.Л. Минца «напичканный знаниями, но не умеющий их использовать ученик напоминает фаршированную рыбу, которая не может плавать», а Бернард Шоу утверждал, что «единственный путь, ведущий к знанию, – это деятельность».

3.3. Использование сайтов с автоматизированной проверкой задач при подготовке школьников к олимпиадам по информатике и программированию

Подбор задач по темам курса. Из опыта подготовки учащихся к олимпиадам по информатике и программированию следует, что нецелесообразно для проведения занятий использовать отдельные задачи, лучше взять за основу целые комплексы задач. Это позволит постепенно усложнять учебный материал, увеличивать нагрузку, повышать уровень самостоятельности школьников, развивать такие характеристики творческих способностей как гибкость ума, быстрота мышления, оригинальность и любознательность [7].

Комплекс задач по определенной теме (подборка) должен обладать следующими свойствами:

- иметь основную (*ключевую*) задачу, на которой можно рассматривать основные характеристики и методы решения, применяемые при решении других задач и имеющие принципиальное значение для усвоения предметного содержания;

- вся совокупность задач может быть представлена *связным графом*, в узлах которого расположены ключевые задачи, выше – подготовительные и вспомогательные, ниже – обобщающие;
- комплекс задач должен быть *полным*, то есть в нем должны присутствовать задачи на все понятия и факты, аналогию и следствия из фактов;
- наличие в подборке *достаточного* количества задач для решения в классе и дома, задач для индивидуальных и групповых занятий, для текущего и итогового контроля;
- комплекс задач должен быть сгруппирован по *трем уровням сложности* (минимальному, среднему и повышенному).

В дополнение к этому неплохо было бы учитывать в задачах психологические особенности школьников: тип мышления, вид памяти, разный темперамент.

Задач, представленных в [**Ошибка! Закладка не определена.**], совершенно недостаточно для занятий по всему курсу, тем более что они не заложены ни в какую систему автоматизированной проверки задач, в то время как использование в работе со школьниками сайтов с подобными системами позволяет более эффективно проводить занятия по подготовке к олимпиадам по информатике и программированию различного уровня.

Отобранные по темам задачи с сайта informatics.msk.ru [8] (более 100) представлены ниже в Приложении. Многие из этих задач встречаются в популярной литературе по информатике [9], [10], [11], [12].

Организация занятий со школьниками с использованием сайта informatics.msk.ru. Занятия со школьниками по программе «Математические основы алгоритмизации и программирования» ведутся в течение трех лет. Первый год является самым трудным с точки зрения адаптации детей к такому виду работы. На занятиях пропедевтических курсов вторую половину учебного года ребята работают над своими собственными программными продуктами, чтобы представить их сначала на школьных, городских научно-практических конференциях (НПК), а затем работы-победители – на региональных, всероссийских и даже международных. Участие в конференциях является важным стимулом для занятий программированием. А вот занятия по подготовке к олимпиадам менее интересны для некоторых учащихся (говоря их словами, «скучно и сложно»). Как итог, эти несколько человек могут перейти на другой курс, где изучается язык программирования не для решения задач, а для разработки приложений.

Оставшиеся «стойкие» школьники постепенно «входят во вкус» - им нравится искать решения к нестандартным задачам как индивидуально, так и в группе, обсуждая, споря, доказывая. Сайт с автоматической проверкой задач – это не субъективный взгляд учителя на программу ученика, это объективная оценка верного или неверного решения. У ребят

появляется цель – решать задачи так, чтобы они были приняты на полный балл с комментарием «ОК». После первого года обучения по программе подготовки к олимпиадам, когда школьники уже имеют опыт решения несложных олимпиадных задач, их необходимо привлекать к участию в олимпиадах по информатике и программированию на школьном и на муниципальном уровне. На второй год обучения наиболее успешные (как правило, это не только способные, но и трудолюбивые) ученики могут стать призерами и победителями муниципального этапа и выйти на этап региональный.

Использование сайтов с автоматизированной проверкой, эффективных для обучения ЦОР в совокупности с технологией смешанного обучения играет очень важную роль для привития учащимся навыков самостоятельной работы: теперь они могут решать задачи и дома, подготовив к занятию вопросы для учителя и других ребят по непонятой теме и (или) нерешенной задаче. Авторизованный, например, на сайте informatics.msk.ru учитель имеет доступ к программам учеников, а также к разработанным для каждой задачи тестам. В процессе обучения он помогает школьникам найти ошибки в их решениях, указывая на каких тестах программа работает неверно.

Используя подобные сайты, несложно организовать подготовку к Всероссийской командной олимпиаде школьников по информатике и программированию, отбор на которую происходит ежегодно на региональном уровне. Группу можно разделить на несколько команд и объявить на занятии небольшое соревнование-конкурс, предварительно отобрав для него задачи на сайте. Старшие школьники могут принять участие и в других олимпиадах по программированию с известной для них технологией автоматизированной проверки задач.

Размещенный в системе дистанционного обучения (СДО) Moodle курс (<http://ict.loiro.ru/enrol/index.php?id=448>), разработанный по программе «Математические основы алгоритмизации и программирования», позволяет школьникам и заинтересованным в олимпиадном программировании педагогам дополнительно самостоятельно изучать основные алгоритмы на примерах и задачах.

Заключение

В данной статье на примере конкретного образовательного учреждения рассмотрен вопрос создания и апробации организационно-педагогической модели подготовки школьников к олимпиадам по информатике. Путем комплексного подхода к выявлению и развитию одаренных детей, основанном на межпредметных связях и системе сетевого взаимодействия, предлагается выполнять эту работу в три обязательных этапа.

1. Этап раннего выявления одаренных школьников посредством анализа результатов обучения их на пропедевтических курсах и участия в конкурсных мероприятиях.

2. Этап сопровождения и развития одаренных школьников, обучающихся по специальной углубленной программе «Математические основы алгоритмизации и программирования» с применением современной педагогической технологии смешанного обучения и использованием сайтов с автоматизированной системой проверки решений и других эффективных цифровых образовательных ресурсов.

3. Этап проверки уровня освоения программы школьниками путем анализа результатов участия их в разного уровня олимпиадах по информатике и программированию, а также путем самооценки их личностного развития.

Данная система работы со школьниками предоставляет возможность максимальной реализации потенциальных способностей детей, раскрытия и развития их творческого таланта, а в дальнейшем успешного профессионального самоопределения в IT-отрасли.

Приложение

Таблица – Задачи с сайта informatics.msk.ru, подобранные по темам программы «Математические основы алгоритмизации и программирования»

В ПРОГРАММЕ		На сайте INFORMATICS.MSK.RU	
Раздел, название модуля программы		Название раздела / главы	
№ п.п.	Название темы	Название темы	Номер и название задачи
<i>Раздел 1. Алгоритмы теории чисел</i>		<i>Структуры данных и алгоритмы / Арифметика и числовые алгоритмы</i>	
1.1.	Алгоритмы над целыми числами	Наибольший общий делитель и алгоритм Евклида → Вычисление НОД 2-х чисел → Задачи, сводящиеся к вычислению НОД → НОД n чисел, НОК, ... → Расширенный алгоритм Евклида. Линейные диофантовы уравнения → Задачи на понимание и модификацию алгоритма Евклида	Задача №111234. Наивный НОД Задача №199. НОД Задача №3101. Функция НОД Задача №154. НОД (рекурсивный вариант) Задача №27. Сокращение дроби Задача №146. Сложить две дроби Задача №1441. МегаНОД Задача №3023. НОД n чисел с подпрограммой Задача №3299. Расширенный алгоритм Евклида Задача №1037. Представление чисел Задача №1465. Разрезание на квадраты
		Арифметические алгоритмы → Условия задач	Задача №147. Алгоритм Евклида Задача №148. Разложение на простые Задача №150. Сумма двух кубов Задача №151. Дружественные числа Задача №310. Проверка на простоту
1.2.	Длинная арифметика	"Длинная" арифметика → Условия задач	Задача №130. $n+1$ Задача №131. Сравнение чисел Задача №132. Сумма чисел Задача №133. Разность чисел Задача №135. Умножение чисел Задача №135. Факториал

1.3.	Арифметика остатков	"Длинная" арифметика →Условия задач	Задача №140. Остаток от деления на короткое Задача №142. Остаток от деления на длинное Задача №144. $N^N \bmod 10^P$
Раздел 2. Рекурсивные алгоритмы		<i>1) Изучение языка программирования /Функции и процедуры. Рекурсия 2) Авторские курсы / Е.В. Андреева. Программирование – это так просто, программирование – это так сложно</i>	
2.1	Рекурсия	1) Рекурсия →Условия задач 3 2) Рекурсия → Задачи	1) Задача №154. НОД (рекурсивный вариант) 2) Задача №3031. Сумма чисел 1) Задача №155. Генератор 1) Задача №156. Без массивов 2) Задача №3036. Рекурсивный перевод 2) Задача №3039. Заполнение конём 2) Задача №3040. Заполнение ферзьями
2.2	Рекуррентные соотношения	1) Рекурсия →Условия задач 3 →Задачи: Ханойские башни 2) Рекурсия → Задачи	1) Задача №153. N-е число Фибоначчи 2) Задача №3032. Числа Фибоначчи 1) Задача №3050. Ханойские башни
Раздел 3. Алгоритмы сортировки		<i>Структуры данных и алгоритмы / Поиск и сортировка</i>	
3.1.	Простейшие алгоритмы сортировки	Квадратичные сортировки →Условия задач	Задача №229. Максимальный – вперед Задача №230. Сортировка выбором максимума Задача №233. Пузырьковая сортировка Задача №233. Пузырьковая сортировка Задача №1411. Пузырьковая сортировка: количество обменов Задача №1446. Результаты олимпиады
3.2.	Более сложные алгоритмы сортировки	Квадратичные сортировки →Условия задач Быстрая сортировка →Условия задач Подсчет. Сортировка подсчетом. Цифровая (поразрядная) сортировка	Задача №231. Вставка числа Задача №232. Сортировка вставками Задача №1418. Разные Задача №3044. Сортировка подсчетом Задача №1429. Носки Задача №1406. Анаграммы

		→Условия задач	Задача №1425. Разброс Задача №592. Палиндром
Раздел 4. Комбинаторика и теория вероятностей		1) Структуры данных и алгоритмы / Комбинаторные алгоритмы 2) Авторские курсы / Е.В. Андреева. Программирование – это так просто, программирование – это так сложно	
4.1.	Переборные алгоритмы	2) Оператор цикла с параметром →Задачи 2) Вложенные циклы →Задачи 1) Комбинаторные структуры →Условия задач 1	2) Задача №1527 2) Задача №1528. Оценки судей 2) Задача №1535. Сумма трех 2) Задача №1536. Счастливые билеты 1) Задача №80. Двоичные строки заданной длины 1) Задача №81. Двоичные строки заданной длины в обратном порядке
4.2.	Базовые идеи комбинаторики	1) Комбинаторные структуры →Условия задач 2 1) Генерация объекта по номеру и номера по объекту →Условия задач	1) Задача №187. Шахматы 1) Задача №188. Карточки 1) Задача №189. Великий Комбинатор 1) Задача №190. По номеру! 1) Задача №194. Следующая...
Раздел 5. Логика			
	Алгебра логики		
Раздел 6. Динамическое программирование		Структуры данных и алгоритмы / Динамическое программирование	
6.1.	Основные принципы метода	Последовательности →Условия задач Одномерная динамика →Условия задач Двумерная динамика в таблицах →Условия задач	Задача №201. Числа Фибоначчи Задача №203. Мячик на лесенке Задача №842. Последняя цифра числа Фибоначчи Задача №915. Платная лестница Задача №206. Биномиальные коэффициенты Задача №944. Самый дешевый путь
6.2.	Примеры и задачи на динамику	Последовательности →Условия задач Одномерная динамика →Условия задач	Задача №843. Простая последовательность Задача №844. Хитрая последовательность Задача №2963. Калькулятор

		Двумерная динамика в таблицах → Условие задач	Задача №2968. Калькулятор с восстановлением ответа Задача №943. Треугольник Паскаля Задача №945. Шашку - в дамки Задача №946. Ход конем Задача №2965. Максимальная стоимость маршрута Задача №2966. Вывести маршрут максимальной стоимости
Раздел 7. Алгоритмы на графах		Структуры данных и алгоритмы / Алгоритмы на графах	
7.1.	Классические идеи теории графов	Основные понятия. Способы задания графов → Условие задач → Матрица смежности и список ребер. Условие задач	Задача №174. Города и дороги Задача №175. Светофорчики Задача №176. Цветной дождь Задача №460. Проверка на неориентированность Задача №461. Петли Задача №462. Подсчет количества ребер неориентированного графа Задача №463. Подсчет количества ребер ориентированного графа Задача №466. От матрицы смежности к списку ребер, ориентированный вариант Задача №465. От списка ребер к матрице смежности, неориентированный вариант
7.2.	Алгоритмы на графах	Обход в глубину → Условие задач Обход в ширину → Условие задач Алгоритм Дейкстры → Условие задач Алгоритм Флойда → Условие задач	Задача №164. Обход графа Задача №111540. Компоненты связности Задача №111541. Баобабы Задача №166. Построение Задача №160. Путь в графе Задача №161. Один конь Задача №1472. Игрушечный лабиринт Задача №5. Дейкстра Задача №6. Дейкстра: восстановление пути Задача №7. Заправки

			Задача №95. Флойд вместо Дейкстры Задача №96. Самый длинный путь Задача №97. Самый короткий путь Задача №1329. Кладоискатель Задача №1336. Опасный маршрут
Раздел 8. Вычислительная геометрия		Структуры данных и алгоритмы / Геометрия	
8.1.	Основные геометрические понятия	Вычислительная геометрия →Точки и прямые →Уравнение прямой →Треугольник →Многоугольник →Окружности	Задача №275. Принадлежность точки лучу Задача №280. Пересечение отрезков Задача №450. Штрафы Задача №1353. В каком ухе жужжит? Задача №436. Принадлежность точки отрезку Задача №447. Полярный угол точки Задача №1349. Постройте квадрат
8.2.	Отношения между геометрическими объектами	Геометрические преобразования и конструкции →Условия задач	Задача №269. Площадь треугольника Задача №278. Расстояние от точки до луча Задача №279. Расстояние от точки до отрезка Задача №449. Полярное расстояние
8.3.	Выпуклая оболочка		

Список использованных источников (на языке оригинала)

1. Паньгина Н.Н. Подготовка учеников к олимпиадам по информатике. *Компьютерные инструменты в образовании*. 2000;1: 29-38.
2. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. URL: <http://school-collection.edu.ru/catalog/res/a1a47299-4962-459e-9cac-b48c23159c3a/?fullView=1&from=&>
3. Чухнов А.С., Поздняков С.Н., Паньгина Н.Н. Анализ понимания материала теоретической информатики на примере конкурсов и олимпиад по информатике. *Компьютерные инструменты в образовании*, 2018;2:55-67.
4. Есипов А.С., Паньгина Н.Н., Громада М.И. Информатика. Задачник. Санкт-Петербург: Наука и Техника, 2001. 368с.
5. Результаты исследования TIMSS-2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://fioco.ru/Media/Default/Documents/МСИ/Результаты%20TIMSS%202019.pdf>
6. Хорн М., Стейкер Х. Смешанное обучение. Использование прорывных инноваций для улучшения школьного образования. Сан-Франциско: Jossey-Bass, 2015. 343 с.
7. Павлова Е.С. Методика формирования одаренности при подготовке к олимпиадам по информатике. *Фундаментальные исследования*. 2013;10-6:1360-1362. URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=32547> (дата обращения: 18.01.2021).
8. Сайт дистанционной подготовки по информатике [Электронный ресурс]. URL: <https://informatics.msk.ru/>
9. Андреева Е.В., Босова Л.Л., Фалина И.Н. Математические основы информатики: учебное пособие. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 328с.
10. Андреева Е.В. Программирование – это так просто, программирование – это так сложно. Современный учебник программирования. Москва: МЦНМО, 2009. 184с.
11. Меньшиков Ф.В. Олимпиадные задачи по программированию. Санкт-Петербург: Питер, 2007. 320с.
12. Окулов С.М. Программирование в алгоритмах. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. 383с.

References (на английском языке)

1. Pangina N.N. Podgotovka uchenikov k olimpiadam po informatike. Komp'yuternyye instrumenty v obrazovanii [Preparing students for computer science Olympiads]. *Computer tools in education*. 2000; 1: 29-38. (In Russian)

2. Unified collection of digital educational resources [Electronic resource]. Available at: <http://school-collection.edu.ru/catalog/res/a1a47299-4962-459e-9cac-b48c23159c3a/?fullView=1&from=&> (In Russian)
3. Chukhnov A.S., Pozdnyakov S.N., Pangina N.N. Analiz ponimaniya materiala teoreticheskoy informatiki na primere konkursov i olimpiad po informatike [Analysis of the understanding of the material of theoretical informatics on the example of competitions and Olympiads in informatics]. *Computer tools in education*, 2018; 2: 55-67. (In Russian)
4. Esipov A.S., Pangina N.N., Gromada M.I. Informatics. Problem book. St. Petersburg: Nauka i Tekhnika, 2001.368s. (In Russian)
5. Results of the TIMSS-2019 study. [Electronic resource]. Available at: <https://fioco.ru/Media/Default/Documents/MSI/Results%20TIMSS%202019.pdf> (in Russian)
6. Horn M., Staker X. Blended learning. Harnessing disruptive innovation to improve schooling. San Francisco: Jossey-Bass, 2015.343 pp. (In Russian)
7. Pavlova E.S. Methods for the formation of giftedness in preparation for Olympiads in informatics. Basic research. 2013; 10-6: 1360-1362. Available at: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=32547> (date of access: 18.01.2021). (In Russian)
8. Site of distance learning in informatics [Electronic resource]. Available at: <https://informatics.msk.ru/> (in Russian)
9. Andreeva E.V., Bosova L.L., Falina I.N. Mathematical foundations of computer science: textbook. Moscow: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2007.328p. (In Russian)
10. Andreeva E.V. Programming is so easy, programming is so hard. A modern programming textbook. Moscow: MCNMO, 2009.184s. (In Russian)
11. Menshikov F.V. Olympiad programming problems. St. Petersburg: Peter, 2007.320s. (In Russian)
12. Okulov S.M. Programming in algorithms. Moscow: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2004.383p. (In Russian)